

科学技术 的哲学反思

吴彤 蒋劲松 王巍 主编



清华大学出版社

清华科技与社会丛书

清华大学科学技术与社会研究中心 组编

科学技术的哲学反思

吴 彤 蒋劲松 王 巍 主编

清华大学出版社
北 京

This One



T9JD-SJW-ZPB1

目 录

科学技术与时代精神	胡显章 1
哲学是什么	黄楠森 3
科学、哲学和科学方法论	孙小礼 9

第一篇 国际学者论文

Believing in Science	John Ziman 21
Producing Knowledge	John Ziman 28
パラダイム論から非相対主義的真理論へ ——ピーター・D・ギャリソンのトレーディングゾーン 概念によせて——	山崎/正勝 36
人类理性的生物学制约——对进化心理学主要 论点的批评	黄翔 50

第二篇 科学技术的元理论问题

当代科学技术前沿的若干哲学思考	曾国屏/吴彤 75
20 世纪后半叶中国自然科学哲学问题研究的历史、 现状和若干问题思考	吴彤 97
何以不接受认知科学中的计算主义	刘晓力 116
认知意义的判断标准	王巍 140
理论对于经验的主导作用与整体主义	蒋劲松 158

第三篇 物理、生命与心智科学的哲学问题

对称性与人类认识的发展	董春雨/王德胜 169
-------------------	-------------

物理学的毕达哥拉斯主义研究传统	桂起权 183
生命本质新探	任晓明 199
论生命的本质	李建会 210
认知科学的哲学意蕴	魏屹东 231
关于人工意识研究途径的哲学反思	周昌乐 247

第四篇 技术哲学与科技伦理学

从虚拟现实技术看虚拟实践	曾国屏/李正风/段伟文 265
全球学——对地球文明的新思考	鲍 鸥 278
<u>技术发展中的“断裂”与“绵延”</u> ——“断裂认识论”的启示与局限	张成岗 285
<u>科学、民主与良知</u>	卢 风 298
<u>科学活动中的利益冲突</u>	曹南燕 311

第五篇 复杂性与系统科学中的哲学问题

<u>超分子化学——化学研究的新视角</u>	闫 莉 325
<u>进化论演绎公理系统与自组织理论</u>	郭 全 336
<u>简单性原则批判</u>	肖显静 349

后 记	375
-----------	-----

科学技术与时代精神

胡显章

(清华大学人文社会科学学院, 北京: 100084)

由清华大学科学技术与社会研究中心、北京师范大学哲学系、中国自然辩证法研究会共同举办的“科学技术中的哲学问题”学术研讨会, 在今天开幕了, 我谨代表东道主清华大学和清华大学人文社会学学院表示祝贺, 并向诸位来宾、学者表示诚挚的欢迎与感谢!

这次研讨会以科学技术中的哲学问题为主题是很有意义的。人们称哲学是时代精神的精华。当代科学技术的迅猛发展, 正深刻地影响着社会经济和文化生活。它不仅迅速改变着人们所面对的世界图景, 也不断改变着人们的思维方式和价值观念。哲学尤其是科学技术哲学, 应当对科学技术的新发展、新成就以及科技与社会的相互作用, 作出适应时代的回答, 展现时代的精神。

探讨科学技术中的哲学问题, 既是科技哲学研究的前沿性工作, 也是科技哲学的基础性工作。在国际学术界, 探讨各门科学技术中的哲学问题, 从来都是科技哲学的主题。中国自然辩证法界、科学技术哲学界, 也一直把探讨科学技术中的问题作为一项重要工作, 并在以马克思主义立场、观点和方法来探讨科学技术中的哲学问题上, 取得了大量的成果。此外, 对于科学技术中的哲学问题的探讨, 又推动了哲学的发展, 丰富了人类的哲学宝库。

马克思主义哲学的建立, 其重要的理论来源之一就是科学技术成就中所蕴涵的哲理。由于 19 世纪科学技术发展中的一系列重大的成就, 特别是自然科学史上的“三大成就”以及科学技术对社会发展推动作用的显现, 使得马克思主义哲学才有可能实现哲学史上的革命性变

革,使得人们对世界的认识不再依靠传统哲学中的“从头脑中想出联系”,而是从科学成果的概括中发现这种联系。恩格斯有一句名言:“随着自然科学领域中每一个划时代的发现,唯物主义也必然要改变自己的形式。”当代科学技术的革命性发展,提出了许多问题,蕴涵着深刻的哲理。它要求科学哲学工作者努力工作,与时俱进,做出开拓性的回答,并不断实现理论创新,为人类哲学宝库的丰富和发展,为我国先进文化的建设,做出无愧于时代的贡献。

清华大学正在努力建设成为综合性、研究型、开放式的世界一流大学。清华大学的文科建设也在不断取得进步。在广大学界同仁的大力支持下,科技哲学学科作为清华大学的重点学科,加速了发展步伐。清华大学的科技哲学学科目前拥有了博士授予权,并开展了博士后工作。希望各位朋友给我们(科技哲学)的学科建设提出宝贵意见,促进我们继续攀登学术高峰,努力做出一流的学术成果,培养一流的人才。

最后,预祝研讨会圆满成功!

(2002年11月9日,在“科学技术中的哲学问题”学术研讨会开幕式上的讲话)

哲学是什么

黄楠森

(北京大学哲学系,北京:100871)

哲学自诞生以来已有两千多年的历史,人们还在问哲学是什么,这在各种学科发展中是绝无仅有的。为什么会这样呢?原因之一是哲学不能顾名思义,即不能从它的名字知道它是什么。而一般学科都是以研究对象命名,从它们的名字即可知它们是研究什么的。例如,气象学是研究气象的,经济学是研究经济的,科学学是研究科学的,等等。而从哲学这个名字,我们不能推知哲学是研究什么的。但这只是一个表面的原因。深层的原因可能是由于哲学家们研究的对象五花八门,哲学内容纷繁复杂,绵延两千多年,哲学家们的观点无法统一起来,一个人一种观点。

如此说来,我们还能回答这个问题吗?我认为还是可以回答的。正确的办法就是考察一下哲学家们所说的哲学有什么共同之处,按照他们的共同点来理解哲学。这也许是大家可以接受的。

除去人们对哲学一词的过宽过滥的使用不计而外,我认为对哲学首先的一个共同理解就是承认哲学是一门学科。不论中外,学科门类中总有哲学,大多数大学也有哲学专业或哲学系。

与此相联系,人们对哲学第二个共同理解就是承认它是一种知识,就是说,是对某一对象的言说或表述。对此,人们之间有分歧。有人认为它根本不是知识,而是一种信仰,或者说,除了是知识而外,也是信仰。我认为一种知识当然可以转化为信仰,但哲学的根本性质是知识还是信仰是不可以含糊的。如果它的根本性质不是知识而是信仰,它就不再是一门学科了。如果只承认它是一门学科,不承认它是一种知

识,这就自相矛盾了。

人们对哲学的第三个共同理解是:它是一种具有根本性质的知识,即一种根本之学。所谓“根本性质”的知识就是关于某一对象的整体和一般性的学问,可以说是对某一对象的至大之学、至高之学、至深之学。这就是今天我们谈到的各式各样的哲学,如世界观、本体论、形而上学、自然哲学(自然观)、社会哲学(社会观)、历史哲学(历史观)、数学哲学、物理哲学、经济哲学、文化哲学、精神哲学、实践哲学、认识哲学(历史观)、数学哲学、物理哲学、管理哲学、人的哲学、艺术哲学(美学)、道德哲学(伦理学)……难以尽数。可以说,有一门“学”,就有一门“哲学”。××学与××哲学的区别就在于:××学包括宏观研究与微观研究,××哲学只是宏观研究,虽然宏观研究离不开微观研究。当然,如果哲学根本不是知识,所有这些哲学作为各种知识领域就不能成立了。

我认为人们应该达成的第四个共识是:在以上各种哲学中有一个核心,它是具有最根本性的知识,即最根本之学。所谓“最根本性质的知识”不是关于某一特殊对象的根本性质的知识,而是关于整个现实世界的最根本性质的知识,即关于整个现实世界的最大之学、最高之学、最深之学,这就是哲学本身、哲学的哲学、严格意义的哲学、第一哲学,即上面所说的世界观、形而上学、本体论。最确切的名字应该是世界观(宇宙观),本体论与形而上学的名字容易引起误解。说它是关于本体的学问,易使人误解为它不是关于现象的学问。说它是形而上学,易使人误解为它不是关于形而下的东西(现象)的学问。这种误解还容易使人把本体误解为脱离现象的某种东西,把形而上的东西误解为脱离形而下的东西。如果把本体、形而上的东西理解为现实世界的整体、最一般的东西、最深层次的东西,则本体论、形而上学这类名字是可以使用的。在各种哲学中,哪一种哲学是核心,有没有一个核心,甚至世界观作为一种哲学能否成立都有争论。按照上面的理解,我认为不能把认识论、方法论、价值论、人的哲学或任何其他以现实世界的某一部分或某一侧面为研究对象的哲学视作哲学的核心。

我认为我们应该达成的第五个共识是:马克思主义哲学,即辩证唯

物主义,作为世界观,是惟一科学的哲学。关于辩证唯物主义世界观是科学的观点,从未得到世界哲学家的认同。它在过去曾得到多数中国哲学家的认同,今天可能还有多数哲学家认同,但毋庸讳言,认同的人在减少,甚至从事马克思主义哲学研究的哲学家中认同的人也在减少,至少认为这个观点比较陈旧,不敢理直气壮地坚持。真理不怕陈旧,创新必须以陈旧的真理为前提。我认为马克思主义哲学的出路在于体系创新,它的体系创新又必须以真理为前提。

为什么说马克思主义哲学是惟一科学的世界观呢?

要建立一个科学的世界观并不始自马克思主义,自从世界观作为一门学问(不管它叫什么,中国的阴阳说、五行说、易学、玄学、道学、理学也好,西方的元素说、哲学、形而上学、本体论也好,都不外是关于现实世界的根本之学)诞生以来,哲学家们都把它看成一种真理的知识。德国古典哲学家康德更是明确地给自己提出一个任务,要像建立数学和自然科学那样建立起科学的形而上学。尽管各派的哲学学说都有其合理的成分,在马克思主义诞生以前,作为科学的世界观一直没有形成。马克思主义以前的哲学史可以视作科学世界观的前史,即科学世界观的形成史。但科学世界观并非出现于马克思主义诞生的初期,而是在往后二三十年。当19世纪40年代马克思主义诞生时,其哲学组成部分是历史观(唯物史观),而不是世界观(辩证唯物主义)。导致唯物史观出现的因素有社会发展的水平、工人运动的兴起、科学共产主义论证的需要、唯物主义向社会历史领域的延伸和实践理论(包括实践标准)的提出等等。这些因素当然也是科学世界观出现的前提,但当时自然科学的发展对于科学世界观出现还不够充分。1859年达尔文的《物种起源》的出版,使科学世界观出现的条件趋于成熟。

有人认为辩证唯物主义世界观不过是把唯物主义从费尔巴哈哲学中剥离出来,把辩证法从黑格尔哲学中剥离出来,并加以结合就成了,但事实上绝不是那样简单。辩证唯物主义世界观的基本观点是恩格斯花了至少二三十年的时间(大致从19世纪60年代至19世纪80年代)才提出来的,在这过程中他无疑吸收了黑格尔、费尔巴哈以及其他哲学

家的哲学思想中的合理成分,但更主要的是时代发展所提供的现实材料(特别是自然科学发展所提供的材料)和对这些材料的总结和概括。他在《费尔巴哈论》的第2、4章中都谈到辩证唯物主义世界观的出现与当时自然科学发展的关系。他指出,18世纪以来的唯物主义的一个局限性是机械性,把固体力学的原则视作物质世界的最高原则,甚至把人也看成机器;另一个局限性是非历史性,把永恒的运动看成一个简单的循环运动,没有前进,没有发展;第三个局限性是把唯物主义排斥于社会历史之外,正如费尔巴哈所说:“向后退时,我同唯物主义者是一致的;但是往前进时就不一致了。”因此,旧唯物主义至多是自然观,不是世界观,而这种自然观由于它的严重局限性也是不科学的。恩格斯认为自然科学的发展到19世纪60年代才达到了足以澄清问题相对完成的地步;才有可能在纷纷涌来的一大堆杂乱的发现中建立起联系。其中的决定性的发现是19世纪30年代末细胞的发现、19世纪40年代初能量守恒与转化定律的发现和1859年进化论的提出,这三大发现使我们对自然过程相互联系的认识大踏步地前进了。恩格斯指出:马克思主义是从黑格尔学派解体中产生出来的惟一的真正结出果实的派别,它第一次对唯物主义世界观采取了真正严肃的态度,在理解现实世界(自然界和历史)时按照世界本身所呈现的那样来理解世界。这样,辩证法就归结为关于外部世界和人类思维的运动的一般规律的科学。总的成果就是辩证唯物主义世界观的出现。按照恩格斯的论述,这个世界观的对象就是现实世界,其内容不外两个方面,一是这个世界的整体图景,一是这个世界的一般规律。前者即唯物主义图景,后者即辩证法规律(包括辩证法的全部范畴)。把这个世界观称作辩证唯物主义,是最恰当不过的。

有一种颇为流行的观点,认为辩证唯物主义是恩格斯的哲学,不是马克思的哲学,这是违背事实的。前面已谈到,马克思虽然没有像恩格斯那样制定辩证唯物主义思想体系,而只是制定了历史唯物主义思想体系,但其潜在的世界观前提是辩证唯物主义而绝不是旧唯物主义。后来恩格斯在制定辩证唯物主义思想体系时也一直得到马克思的支持

和赞赏。恩格斯有三本书涉及辩证唯物主义世界观,除《费尔巴哈论》外,《反杜林论》和《自然辩证法》都为马克思所熟悉和称道。恩格斯在《反杜林论·三版序言》中说:“本书所阐述的世界观,绝大部分是由马克思所确立和阐述的。”《反杜林论》全书在付印之前,恩格斯曾把全部原稿念给马克思听过,其中有一章是马克思亲笔写的。马克思十分关注恩格斯对自然辩证法的研究,1873年5月30日恩格斯把他研究自然辩证法的纲要写信告诉了马克思,马克思第2天回信说“非常高兴”,并把这封信给化学家肖莱马看,肖莱马在信上写了许多高度赞扬的话。当然,应当指出,辩证唯物主义主要是世界观,但其中也包括了认识论的内容。

但是,整个19世纪下半叶马克思主义理论界都只能承认唯物史观是马克思主义哲学,因而有不少人想从它的创始人之外去找一种哲学来充当它的世界观或认识论的基础。有的找到了新康德主义,有的找到了马赫主义,只有狄慈根、普列汉诺夫、列宁少数几个人坚持以辩证唯物主义作为马克思主义的世界观或认识论的基础。列宁的《唯物主义和经验批判主义》的最大理论贡献就在于它奠定了辩证唯物主义在马克思主义哲学体系中的核心地位,他反复讲“马克思主义哲学是辩证唯物主义”,从而使辩证唯物主义在俄国和苏联树立了应有的权威。苏联哲学家们在20世纪二三十年代创立的“辩证唯物主义与历史唯物主义”理论体系正是根据了马克思、恩格斯、狄慈根、普列汉诺夫、列宁等人的论述,这个体系虽然当时有这样那样的问题,而且今天由于时代的变化出现了更多问题,但其基本观点是科学的,不会过时的,应该坚持,而不应该轻率地加以抛弃。抛弃辩证唯物主义不是前进,是后退。

最后有必要说明一下为什么说马克思主义哲学是科学。我的看法是:从我们所熟悉的各种自然科学和社会科学中概括出它们的特点,再看一看马克思主义哲学是否具有这些共同点,就可以确定了。我认为最必要的共同点有三:(1)明确的对象;(2)与对象相应的真实的知识;(3)比较完整严密的思想体系。马克思主义哲学、辩证唯物主义与历史唯物主义按此三者要求,实际上是三门学科:世界观、认识论和历史观,

各有其明确的对象(世界、认识和人类社会)、相应的内容和思想体系。分歧比较大的是第二项,即怎么肯定它的原理的真实性。不少人认为科学是实证的,哲学是思辨的,哲学原理是无法证实的。我认为这只适用于其他哲学,而马克思主义哲学则既是思辨的,又是实证的;既是分析的,又是综合的。任何科学都如此,不过其实证性和思辨证在程序上有差别而已。这里不拟细谈。马克思主义哲学既然是科学,它当然同其他科学一样,将随着对象的变化发展与实践的变化发展而不断变化发展。它的体系绝不是僵化的、凝固的体系。

科学、哲学和科学方法论

孙小礼

(北京大学科学与社会研究中心, 北京: 100871)

自 17 世纪近代科学诞生以来, 既有科学与哲学的融合, 也曾有过科学与哲学的远离、背离, 乃至粗暴的敌对。在 20 世纪和 21 世纪之交, 人们, 特别是思想家们, 对人类过去的各种行为进行反思, 其中当然也包括: 科学应该怎样对待哲学; 哲学应该怎样对待科学。历史的经验和历史的教训都是我们的宝贵财富, 都将帮助人们为科学和哲学的融合争取光明美好的前途^[1]。

本文依据当代学者们的实际体会说明科学与哲学是相互需要、相互促进的, 而科学方法论则是联结科学与哲学的一个桥梁和纽带。

一、科学与哲学的相互促进

我国著名教育家和科学事业家蔡元培先生(1868—1940)曾对科学与哲学的相互关系有过这样的论述:“屏科学而治哲学, 则易涉臆说; 远哲学而治科学, 则不免拘墟。两者可以区分而不能离绝也。今日最持平之说, 以哲学为一种普遍之科学, 合各科学所求得之公例, 为之去其互相矛盾之点, 而组织为普遍之律贯。又举普遍知识之应用于各科学而为方法、为前提者, 皆探寻其最高之本体而检核之。”^[2]哲学追求普遍规律, 必须以自然科学为基础; 而哲学作为普遍知识又必从方法、前提等根本方面对自然科学有所帮助。所以既不能远离科学而治哲学, 也不能远离哲学而治科学, 二者本应相得益彰。蔡先生的这些论述, 我认为至今仍有参考价值。

实际上,科学家和哲学家根据自身的实践经验,都体会到科学需要哲学,哲学也需要科学。

(一) 科学需要哲学

真正的哲学作为时代思想的精华,是人民所需要的精神食粮,当然也是科学工作者所需要的精神食粮。这种精神食粮能使科学家具有一种哲学的头脑和眼光,有助于提高对问题的分析力、统摄力、洞察力和判断力。

对于哲学的意义,特别是认识论的意义,爱因斯坦曾说过:“当我记起我在教书时所碰到那些最有才能的学生,也就是那样一些不仅以单纯的伶俐敏捷,而且以独立的判断能力显露头角的人们的时候,我可以肯定地说:他们是积极地关心认识论的。他们乐于进行关于科学的目的和方法的讨论,而从他们为自己的看法作辩护时所显示出来的那种顽强性中,可以清楚地看出这个课题对于他们是何等重要。”^[3]

至于爱因斯坦本人是怎样关心哲学的,正如我国著名物理学家周培源先生所说:“爱因斯坦以探索理论物理学的基础,解决物理理论中的基本矛盾作为自己一生的主要任务,这就迫使他比较深入地接触到哲学上的重大问题。他认为,物理学家在理论革命时期必须亲自去作哲学推理。他少年时代就开始对哲学发生兴趣,青年时代读过大量的哲学著作,他在科学上之所以能取得重大突破,有一部分要归功于他的哲学的批判精神。”“他受斯宾诺莎、莱布尼茨、休谟、康德、马赫的影响较深,但作为主导思想的还是自然科学的自发唯物论。”“在哲学上,他议论最多的是认识论问题。他既强调经验是一切知识的源泉,又强调思维能掌握实在,认为一个自然科学家不可避免地要在经验论和唯理论之间摇摆。这种看法,表明他的科学创造经验要求他突破经验论和唯理论的框框……”^[4]

我国许多科学家对于哲学的积极作用也都深有体会。例如,有杰出贡献的科学家钱学森在1958年说了这样一番话:“我钻研业务多年……也摸索出一套进行研究的方法,像处理问题应该怎样入手,怎样

去看问题,怎样克服困难,怎样从失败和错误中取得教训,等等。当时倒也‘自鸣得意’,因为这些道理在科学技术书籍中是学不到的,算是我的科学研究心得吧。但是,回到祖国以后,有好机会学习马克思主义了,这才感到惭愧:我的那套心得,那套研究方法,在辩证唯物主义和历史唯物主义里都有,不但有而且那里说得比我更完全、更明白……我不免私下想:如果我能早一点学马克思主义,也许我在科学工作中的成绩能作得更多一些。”^[5]

我国著名理论物理学家王竹溪读了毛泽东的《实践论》以后,认为这一哲学著作的文字生动活泼,哲学道理深入浅出,讲得非常明白易懂,读起来很有吸引力。他尤其对“去粗取精,去伪存真,由此及彼,由表及里”这十六字大为赞赏,他说,科学研究工作就是要自觉认真地按这十六个字去做。对此,很多科学家也都有同感。^[6]

著名医学家吴阶平在《医生的成长》一文中写道:“我毕业之后接受了住院医生的严格训练,做了两任住院总医生,经过主治医生和国外进修阶段,临床工作能力有了一定基础。建国初期,初步学习《实践论》、《矛盾论》后,觉得自己比过去更清楚了一点,聪明了一点,开始懂得事物的复杂性和辩证关系,对于把归纳、演绎、分析、综合、对比、推理等逻辑思维的方法用于临床实践有了一点体会。临床工作中所需进行的思考正是将丰富的感性材料加以去粗取精,去伪存真,由此及彼,由表及里的改造制作功夫。历史上很多科学家都是在业务水平达到一定高度之后才感到哲学的需要,才认识到没有正确的哲学指导,业务便很难再有进展。”^[7]

计算机科学家唐稚松院士在讲述他的研究工作的文章《XYZ 系统的设计思想》中,谈到了哲学对他的工作的作用,他写道:“我在大学读书时曾学过哲学。当时最流行的西方哲学流派为著名的剑桥学派,其代表人物有罗素、摩尔以及稍后的维特根斯坦。这一学派又名分析哲学学派,其方法论主要特点是对概念作逻辑分析……他们所提倡的分析方法一直在我所从事的学术工作中起作用。”“从 20 世纪 50 年代起,我又从毛泽东的哲学著作中学到另一种分析方法。这就是对具体矛盾

进行具体分析的方法……我深感这方法使用得当,对发现事物的发展变化趋势、分清问题中各方面的主次、提出解决问题的办法很有帮助。”他还推崇中国古代儒家的“中庸之道”,引用朱熹对“中庸”的解释:“中者不偏不倚、无过不及之名,庸,平常也”。程颐对中庸理论的解释:“始言一理,中散为万物,末复合为一理”。他说:“由此可见,中庸并不是简单的折中主义,而是告诉人们如何处理由分到合再由合到分的方法。而且在融合矛盾的两方面时,应从实际出发注意防止片面,避免偏激,掌握分寸,做到按事物的常理将对立的方面安排得恰如其分。而且这种安排应根据当时发展的具体条件来选择,所以说‘君子而时中’。这是一种处理实际问题的有效方法。”^[8]

以上这些例证,很好地说明了科学家们在自己的科研实践中是需要哲学的。好的哲学作为一种好的思维方法,能够帮助科学工作者分析和处理好实际遇到的各种关系和各种问题,从而能够帮助科学工作者取得好的科研成果。

现在,我国大学里都为大学生们安排了哲学必修课,然而许多学生却对哲学不感兴趣。从教的方面看,固然要不断地丰富教学内容,提高教学质量;从学的方面看,也希望青年学生们不要只把哲学当作一门应付考试的课程,而要多读书,勤思考,仔细地咀嚼和消化哲学这种精神食粮,善于从中学习思想方法以养成哲学的头脑,这对于自己日后的科学工作将是大有益处的。

(二) 哲学需要科学

马克思曾说:哲学家是“自己的时代、自己的人民的产物,人民的最精致、最珍贵和看不见的精髓都集中在哲学思想里”;“任何真正的哲学都是自己时代的精华”;“它是文明的活的灵魂”。^[9]

蔡元培认为:“哲学是文化的中坚。”^[10]

哲学要成为“活的文明的灵魂”,要成为“文化的中坚”,这不是很容易做到的,更不可以是自封的,必须像蔡元培所说的那样,使哲学成为“融贯科学的哲学”^[11],既依据科学,又超越科学。

著名哲学家张世英教授认为“哲学是关于人对世界的态度或人生境界之学”。在论述“哲学超越知识和科学”时,他说“哲学比科学有更多更高的任务,它既要广泛的科学知识而不只是某一具体科学范围内的知识,而且又要超越科学知识,超越科学的普遍性、规律性和必然性”。学习和研究哲学,“要广泛涉猎各种知识,自然方面的、社会历史方面的、文学艺术方面的、古代的、当今的、中国的、外国的,越广越好,就是说,知识越广,哲学的内容就越深入、越宽阔”;“哲学所讲的最大最高的普遍性问题是渗透到各种具体现象和具体知识领域中的。所以哲学如要使自己现实化,就不能老是停留于一般地讲哲学本身,而要具体地讲各门现象和知识的哲学,如经济的哲学、政治的哲学、科学的哲学、审美的哲学……如此等等。那种一听到提高境界之学就是‘绝圣弃智’、‘心斋’、‘坐忘’的想法,与我所讲的哲学境界毫不相干。罗素也说过,哲学不是像具体科学那样讲‘确切的知识’,但认为哲学家可以对任何东西一无所知的看法却是‘相当错误的’。”对于美国当代哲学家罗蒂(Richard Rorty, 1931—)的“陶冶哲学”(edifying philosophy),德国哲学家哈伯马斯(Jurgen Habermas, 1929—)指出“哲学尽管被归结为‘陶冶的对话’(edifying conversation),但它绝不能外于科学而找到自己的适当位置”。^[12]

看来,不论怎样定义哲学,例如,认为哲学是研究最普遍规律的学问,或认为哲学是提高人生境界的“境界之学”,或哲学是“陶冶之学”等等,都是不能外于科学的。不论对于哪种哲学,科学都是哲学发展的重要基础。至于马克思主义哲学,即辩证唯物主义哲学更是开宗明义地阐明“要确立辩证的同时又是唯物主义的自然观,需要具备数学和自然科学的知识”^[13]。

现在,科学的发展一日千里,特别是电子计算机等信息技术,其更新换代日新月异,其作用已渗入社会生活的方方面面,使得人们的工作方式和生活方式正在发生日新月异的深刻变化,同时也给哲学提出了许多新的研究课题。哲学将从科学中获得营养,也将从科学中获取研究方向,从而促进哲学的研究。

随着科学的进步、社会的进步,哲学也要不断前进,哲学教科书也应常写常新。当然,哲学中有许多永恒的普适的东西,不受时空所限。如古希腊哲学中、中国古代哲学中,都有许多使今人启智的好思想。这正是哲学的高明之处,因为它既是时代的思想精华,又是人类的思想精华,后者由前者不断积累而成。这不断积累着、丰富着的人类思想精华就是“活的文明的灵魂”,就是“文化的中坚”。

著名哲学家冯友兰曾经说“在未来的世界里,人类将要以哲学代替宗教。这是与中国传统相合的。人不一定是宗教的,但是他一定应当是哲学的”。^[14]这一见解是深刻的,这是一种预言或者远见,对于科学工作者,也是有启示的。

二、科学方法论:科学与哲学的纽带

1987年,著名物理学家杨振宁在北京的一次与青年学生的座谈中,对于物理学与哲学的关系,他表达了这样一种观点,即认为有两种哲学,第一种哲学是哲学家的哲学,第二种哲学是对物理问题的中距离的甚至是近距离的看法。这第二种哲学对于物理学有着关键性、长期性的影响,因为它决定了一个物理学家喜欢提什么问题,喜欢了解什么问题,一个问题来了喜欢用什么方法去解决。这种哲学与一个人的风格、喜好有极为密切的关系,对一个人的研究成就有决定性的影响。每一个科学家根据他过去的经验都会形成他自己的这种哲学。^[15]

我想,这第二种哲学何止是物理学家的哲学,实际上,可以推广一步说,这正是科学家的哲学。

如前所述,研究哲学,即使研究第一种哲学,尚且不能远离科学,若研究科学哲学,则必须紧密联系科学,必须重视科学家们对于科学问题的中距离的甚至近距离的看法,重视科学家们基于自己的实践经验而总结出来的哲学,亦即科学家的哲学。其实,这种科学家的哲学本身就是一种科学哲学,虽然它是出自科学家之手,而且它一般并不形成系统的哲学著作。

根据我自己对于科学家的科学哲学和哲学家的科学哲学,或者说对这种广义的科学哲学所作的一些研读或涉猎,我感到科学方法方面的经验总结在科学哲学中占有重要的地位和分量,也正是有关科学方法论的阐述很好地体现了科学与哲学的融合。例如牛顿在其《自然哲学的数学原理》中所论述的“哲学中的推理法则”,物理学家和科学哲学家马赫在其力学著作中所阐述的“思维经济原则”,数学家和科学哲学家彭加勒(又译庞加莱)的著作《科学与假设》、《科学与方法》,物理学家和科学哲学家 P. 迪昂(曾译为杜恒)的著作《物理学理论的目的与结构》,生理学家克劳德·贝尔纳所著《实验医学研究导论》,动物病理学家 W. I. B. 贝弗里奇所著《科学研究的艺术》,物理学家爱因斯坦与英费尔德合著的《物理学的进化》,物理学家汤川秀树所著《人类的创造》、《创造力与直觉》,科学哲学家和物理学家 M. 邦格的《物理学哲学》、《方法、模型和物质》,哲学家、科学哲学家 K. 波普尔的《科学发现的逻辑》、《猜想与反驳》,科学哲学家托马斯·库恩的《科学革命的结构》、《必要的张力》,科学哲学家伊·拉卡托斯的《科学研究纲领方法论》、科学哲学家亨普尔的《自然科学的哲学》,科学史家 G. 霍尔顿的《物理科学的概念和理论导论》,我国科学家王梓坤院士著的《莺啼梦晓——科研方法与成才之路》,许国志院士主编的《系统工程与工程研究》,以及我国科学技术哲学工作者所编撰的有关方法论的著作等。

科学方法论是以人们的科学认识活动为研究对象,对其中的科学研究方法的一般原则进行概括和论述的理论。科学研究方法按其普遍性程度和适用范围之不同,大体上有以下三个层次:(1)各种专门学科所采用的具体方法,如天文学中利用天体的光谱红移量来测定天体在视线方向上的运动速度;地质学中运用古生物化石来确定地层的相对地质年代,等等;(2)各门科学都使用的共同的方法,如观察、实验、归纳、假说、演绎,以及数学方法、模型方法,等等;(3)适用于一切科学领域的最普遍的方法,如逻辑推理方法、系统分析方法、矛盾分析方法,等等。这三个层次呈现着个别——特殊——普遍的关系。

研究方法论,是在承认“个别中存在着一一般”这个前提下,从个别中

抽取出一一般,也就是从各种各样个别的具体方法中间概括出思想方法和研究方法的一般原则或一般方法。与方法的这三个层次相对应,方法论的研究也形成了三个不同的层次:具体的各个专门学科的方法论或方法学、综合概括科学(包括自然科学和社会科学)中各种研究方法的一般原则的方法论、从哲学的认识论的高度来论述的最普遍的方法论。

科学方法论,作为特殊的中间层次的方法论,处于科学与哲学的交叉地带,它是联结科学与哲学的桥梁和纽带,历来是科学工作者和哲学工作者共同感兴趣的一个研究领域,同时也是科学工作者和哲学工作者既能密切合作又都能有所作为的一个研究领域,而且这种“合作”和“作为”既有益于科学的创新和进步,也有益于哲学的丰富和发展。

自 17 世纪以来,亦即近代自然科学诞生以来,逐渐积累了愈来愈多的揭示自然规律的经验,形成了种种公认有效的研究自然的方法,出现了许多有关的方法论著作。相比之下,人们对于社会的有系统的研究则比较晚。虽然在 19 世纪已经形成了经济、政治、法律、历史等诸种学科,但是,社会系统比任何复杂的自然系统都更复杂,认识社会确实比认识自然更难,从而社会科学方法论的研究也更难。

马克思是非常重视研究方法的,在《资本论》第 1 卷第 1 版序言中,他对自然科学方法和社会科学方法曾做过这样的比较:“物理学家是在自然过程表现得最确实、最少受干扰的地方考察自然过程的,或者,如有可能,是在保证过其纯粹形态进行的条件下从事实验的。本书研究的,是资本主义生产方式以及和它相适应的生产关系和交换关系。到现在为止,存在这种生产方式的典型地点是英国。因此,我在理论阐述上主要用英国作为例证。”他进而指出:“分析经济形式,既不能用显微镜,也不能用化学试剂。二者必须用抽象力来代替。”

英国科学家、科学学的创始人 J. D. 贝尔纳曾高度评价马克思的研究方法,他说:“在《资本论》的一般结构上,而且几乎在每一页上面,都有着运用一种新的方法的例子,这个方法对于各门历史科学和社会科学发展的重要性就和 17 世纪自然科学的实验方法一样”^[15]。马克思

在社会研究中确实是运用典型分析和发挥抽象力的典范。我国数学家、拓扑学的奠基人江泽涵教授在读了《资本论》第1卷以后,深有感慨地说:“马克思研究资本主义的方法同我们研究数学的方法是一样的,《资本论》的论证方法同我们的数学论证方法一样,都是严密地从逻辑上一步步推理和展开,真是无懈可击,令人信服。”^[16]《资本论》作为研究早期资本主义社会的经典著作,展现为一个逻辑严密的理论体系,其因为研究方法之缜密而至今仍然得到学者们的高度赞赏。

对于社会科学方法论,著名社会科学家 M. 韦伯曾有丰硕的论述和广泛的影响,以后这方面的研究越来越多,现在社会科学方法论的研究正在向纵深发展。

和过去相比,科学研究对象呈现出越来越复杂的趋势。如果说,过去各门科学分门别类地研究各种自然的或社会的过程,那么现代科学还要研究各种过程之间的关系,包括研究各种自然过程和各種社会过程之间如何协调发展的诸种问题。人们正在探寻和创造研究各种复杂系统的方法,方法的创新需要新的思想和方法,也需要综合地巧妙地运用已有的多种多样的方法。1986年,物理学家尼科里斯和普利高津在他们合著的《探索复杂性》一书的中文版序言中说:“我们的时代是以多种概念和方法相互冲击与汇合为特征的时代,这些概念和方法在经历了过去完全隔离的道路以后突然间彼此遭遇在一起,产生了蔚为壮观的进展。”事实上,人类当前所面临的各种各样的难题,必然要使过去相互隔离的自然科学方法与社会科学方法遭遇或汇合在一起,科学方法论的研究也必然会在这种汇合中形成蔚为壮观的进展。

1981年英国开放大学工程物理学教授 G. S. 霍利斯特教授曾撰写题为《赞颂模型方法》的文章,认为模型方法乃是现代科学方法的核心。^[17]这是一个重要的见解和概括。实际上,从自然科学到社会科学,模型方法已有非常广泛的运用,而且大量事实说明模型方法是研究复杂事物的一个关键性步骤。模型方法正在应用中不断发展着,丰富着。正因为模型方法处于现代科学方法的核心地位,对于科学方法论的研究来说,对于模型方法的研究也应成为十分重要的核心内容。^[18]

在 21 世纪,面对人类发展的新问题、新挑战,科学和哲学更应该是相互尊重、在各种领域相互合作,为人类的和平、进步与幸福做出贡献。

注释与参考文献:

- [1] 孙小礼.文理交融——奔向 21 世纪的科学潮流(第四篇).北京:北京大学出版社,2003
- [2] 中国蔡元培研究会编.蔡元培全集(第二卷).杭州:浙江教育出版社,1997,305
- [3] 爱因斯坦.爱因斯坦文集(第一卷).北京:商务印书馆,1976,83
- [4] 周培源.周培源文集.北京:北京大学出版社,2002,83~84
- [5] 中国青年出版社论又红又专.北京:中国青年出版社,1958,119
- [6] 20 世纪 50 年代中期,王竹溪教授在北大物理系理论物理教研室的谈话,本文作者在场,记得周光召当时也说过类似的体会
- [7] 吴阶平.医生的成长.红旗,1988(3)
- [8] 唐稚松.XYZ 系统的设计思想.软件学报,1990(1)
- [9] 马克思,恩格斯.马克思恩格斯全集(第 1 卷).北京:人民出版社,1956,120~121
- [10] 中国蔡元培研究会编.蔡元培全集(第五卷).杭州:浙江教育出版社,1997,137
- [11] 中国蔡元培研究会编.蔡元培全集(第四卷).杭州:浙江教育出版社,1997,236
- [12] 张世英.哲学导论(导言).北京:北京大学出版社,2002,9~12
- [13] 马克思,恩格斯.马克思恩格斯全集(第 20 卷).北京:人民出版社,1956,13
- [14] 胡军.哲学是什么.北京:北京大学出版社,2002,231
- [15] 贝尔纳 J. D 著.伍况甫等译.历史上的科学.北京:科学出版社,1959,604~605
- [16] 约 30 年前江泽涵教授与本文作者的谈话
- [17] 联合国教科文组织.科学对社会的影响.1981, No. 4
- [18] 孙小礼.自然辩证法概论.北京:高等教育出版社,1996,第 2 卷第 6 章

第一篇

国际学者论文

Believing in Science

John Ziman

(Emeritus Professor of Physics, University of Bristol)

Metascience—not super science

What philosophy can do for science:

- Analyse it as a way of knowing;
- Reinterpret it in other terms;
- Look at it, as a whole, from the outside;
- Relate it to other bodies of knowledge.

What philosophy cannot do for science:

- Rubbish it;
- Correct it;
- Override it;
- Replace it.

Reliable knowledge

Focus on “established scientific knowledge” that is:

- Systematically codified
- No longer seriously questioned
- Relied on for practical application and further research
- Publicly presented as “scientific truth”.

Theories as “maps”

Scientific theories are exactly like “maps”:

- Symbolise significant entities, e. g. molecules : towns;
- Represent their structural relationships, e. g. bonds in a

- molecule ; streets in a town;
- Drawn to appropriate scale, hiding internal details, e. g. organelles in cells ; houses in towns;
- Vary according to desired use, e. g. molecular biology or genetics ; “bus” or “metro”;
- Validate their components by network self-consistency.

But good science is often hard to believe!

- Highly abstract, e. g. relativistic cosmology;
- Counter-intuitive, e. g. quantum physics;
- Not directly testable, e. g. biological evolution;
- Postulates “invisible” entities, e. g. atoms, genes;
- Originally much disputed, e. g. plate tectonics;
- Heretical, e. g. heliocentric astronomy.

Questions for metascience

So the basic issues for metascience are “What makes science worth believing?” followed by “How does reliable scientific knowledge come into being?”.

The “philosophical” answer

Scientific theories are valid because they are produced by a “method” which ensures they are

- Formulated systematically,
- Logically coherent,
- Consistent with empirical observations,
- Tested experimentally,
- Productive of successful predictions,
- Can be modelled mathematically (etc. , etc.).

Objective scientific reality

The scientific method thus produces a coherent “map” that is free of factual errors, logical inconsistencies and human bias. Although this “scientific world picture” is not yet complete, it must represent the “objective reality” that exists independently of our lives in it. Eventually, therefore, it will be entirely worthy of absolute belief, in principle and in practice. The role of philosophy is to help the scientists to clarify and consolidate this process.

But is there really a unique scientific “method”?

- Biological organisms cannot be defined;
- Psychology is not logically coherent;
- Quarks cannot be observed;
- Palaeontology cannot be tested experimentally;
- Ecology is unpredictably chaotic;
- Economic models are notoriously wrong.

Philosophical “black holes”

“Philosophy” alone cannot answer three fundamental logical objections:

- Induction (Hume, 1748) “Will the sun necessarily rise tomorrow?”
- Scepticism (Pyrrho, c. 300 BC) “The ‘real world’ might be a total illusion”.
- Generality (Heraclitus, c. 500 BC) “One can never step twice into the same river”.

Unnatural philosophy

“Philosophical” accounts of science ignore the “non-logical” hu-

man links in the research process, e. g. :

- Tacit knowledge of techniques,
- Assessments of evidence,
- Classification of specimens,
- Interpretation of visual images,
- Recognition of patterns,
- Comprehension of natural languages.

Above all, they ignore its social features.

The “strong” sociological answer

- Science is an institutionalised social activity devoted to the production of knowledge;
- Scientific knowledge is not so much “discovered” as socially “constructed”;
- Research claims are legitimated by the social power of the institutions that make them;
- These institutions have social interests that shape the knowledge they thus produce.

The poverty of relativism

Belief in a scientific “map” thus depends on who originally “constructed” it. If it is “established” within a culture, it is valid for members of that culture. So “modern” science is only worthy of “relative” belief in a “modern” culture. Thus, the “strong” sociology of science falls into a black hole of total scepticism!

The “hard” sociological answer

Scientific knowledge is typically produced by a special type of quasi-autonomous social institution. This operates as a community of competing

individuals, bound loosely by a communication system. Scientists offer public “contributions to knowledge” in exchange for personal “recognition” by their peers. Their research claims are legitimated by informal communal acceptance after sustained critical scrutiny.

The scientific archive

The central collective institution of science is its communication system and public archive. To count as “scientific”, research results have to be published in peer-reviewed books or periodicals. Nevertheless, the knowledge thus codified is always open to dispute, and often proved wrong. Although produced by named authors, it acquires objectivity by satisfying communal criticism. But it only merits strong belief if almost all scientists rely on it, without question, in their own research.

Science practices various traditional customs and norms

- Freedom to “publish or perish”,
- Meritocratic employment and preferment,
- Autonomy protected by “tenure”,
- Transnational “invisible colleges”,
- “Peer review”,
- Open critical debate,
- Competitive rewards for discovery.

Epistemological role of Merton’s “norms of science”

- Promote typical “scientific” methodologies;
- Standardise the human factors in research;
- Generate “objective” knowledge;

- Systematise evaluation of research claims;
- Celebrate and reward novel findings;
- Protect science from external “interests”;
- Balance competition with cooperation.

What “sociological metascience” can actually do

The “hard” sociology of science rationalises, complements and reinforces the conventional “philosophical” response to the question: “why believe in science?”, but does not overcome its basic logical defects.

Scientific pluralism

The “theory of everything” sought by some scientists is a metaphysical mirage. Social factors induce specialisation and differentiation into disparate “disciplines”. Scientific disciplines use the concepts and methodologies of distinctive “paradigms” (Kuhn) to “map” particular aspects of nature. The scientific “world picture” is an incoherent assembly of a plurality of such “maps”.

“Personal Knowledge” (Polanyi)

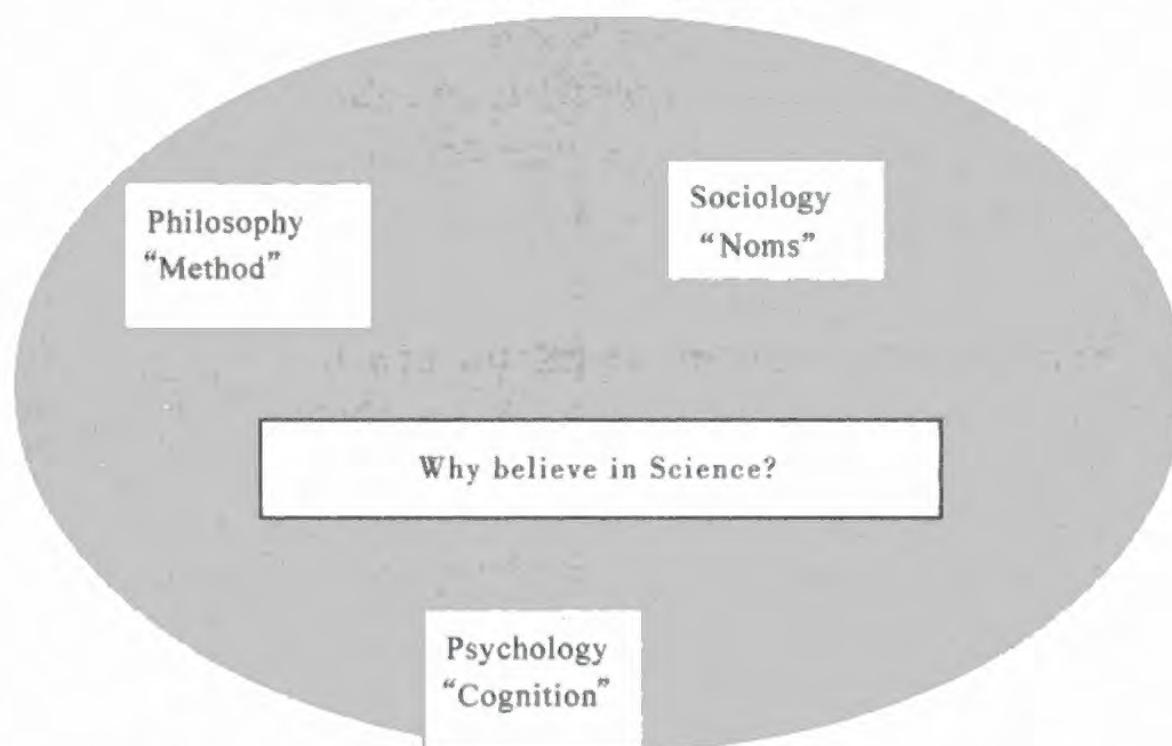
Scientific “maps” would be mere “constructs” if they did not have to “fit the facts”. Scientific “facts” are collectively validated, in the end, by consensual human perception. Science is thus based on, and extends by hard-won communal consensus, everyday realism. This is the belief system that everyone shares from infancy by interpersonal communication.

The answer from cognitive psychology

Belief in science depends on normal human cognition, socially reinforced by networks of intersubjective discourse. Hence;

- Generalisation by classification relies on socially shared pattern recognition;
- Scientific induction is the recognition of apparently significant patterns in time;
- Total scientific scepticism is meaningless, for it would deny its prior lifeworld context.

Metascientific Pluralism



(此文的译文见:约翰·齐曼. 信赖科学. 曾国屏译. 哲学动态. 2003,1)

有兴趣的读者可以进一步阅读齐曼的另外两本著作:

齐曼. 技术创新进化论. 孙喜杰、曾国屏译. 上海:上海科技教育出版社, 2002

齐曼. 真科学. 曾国屏、匡辉、张成岗等译. 上海:上海科技教育出版社, 2002

Producing Knowledge

John Ziman

(Emeritus Professor of Physics, University of Bristol)

Growth and Change

The basic question for metascience is: “What makes science worth believing?” But the knowledge produced by Science and Technology is always growing and changing. New theoretical “maps” and useful techniques continually extend or replace old ones. So the next question is: “How does reliable knowledge come into being?”

Some empty truisms about innovation

- Discoveries arise from human curiosity;
- Creative people make inventions;
- Science reveals new truths about nature;
- Technology is socially constructed;
- Scientific progress is inevitable;
- Technological change is pre-determined;
- Necessity is the mother of invention;
- There is nothing new under the sun (etc. ,etc.).

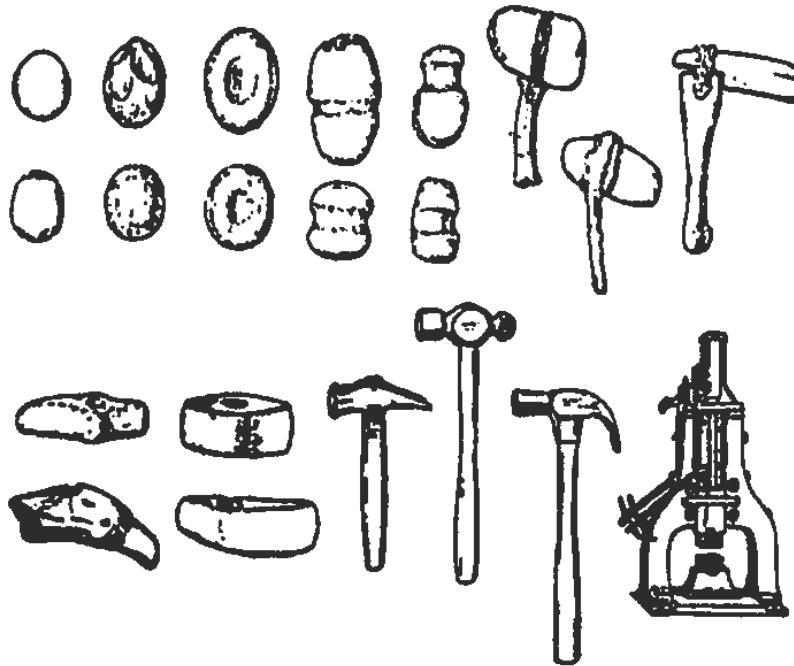
Technological innovation

Focus on the simplest mode of knowledge production-technological innovation;

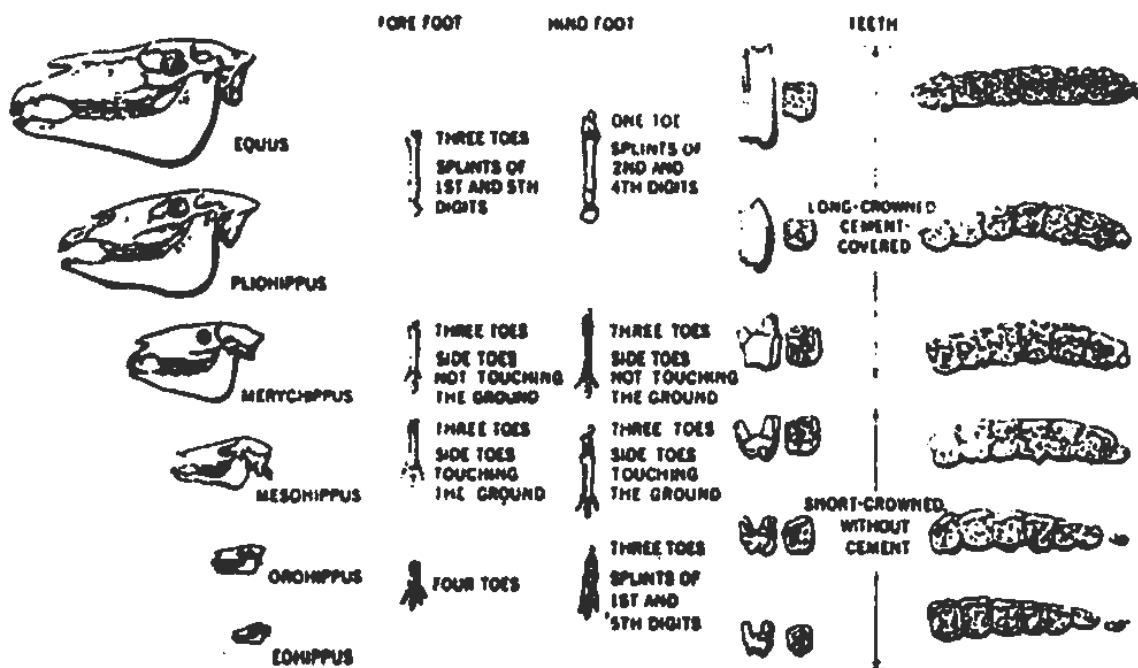
- Producing tangible artifacts,
- Embodying intangible “knowhow”,
- Rooted in practice,

- Culturally enmeshed,
- Historically located.

From the technology museum



But go to the natural history museum



Evolution as continuous change



Darwinism=Selectionism

Darwin's famous explanation of biological evolution is a general mechanism for change, summed up in Donald Campbell's formula:

BVSR⇒evolution

(Blind variation + selective Retention always generates continuous change)

Technological innovation as an evolutionary process (TIEP)

- Blind: Innovators can never really predict whether novel artifacts will succeed,
- Variation: Many different inventions (e. g. patents) compete for the same use,
- Selective: Market choice depends on proven qualities such as

improved utility,

- Retention: Successful innovations are widely copied and become the new norm.

Typical bio-evolutionary phenomena in technology

- Niche competition,
- Satisficing fitness,
- Adaptation to environmental change,
- Evolutionary drift,
- Vestiges,
- Developmental lock,
- Co-evolutionary stable strategies,
- Arms races,
- Ecological interdependence,
- Extinctions,
- Punctuated Stasis,
- Emergence.

The Evolution of cultural entities

Material artifacts (e. g. hammers) are essential components of social institutions(e. g. workshops).

Darwinian processes operate on all cultural entities. Bio-evolutionary phenomena also occur in:

- Commercial firms,
- Religions,
- Systems of governance,
- Military tactics,
- Legal procedures,
- Etc.,etc.

Real Science as an evolutionary process

Established scientific knowledge merits belief because it is produced systematically by BVSr practices. Variations (conjectures) fostered by originality are selected by critical scepticism (refutations) and retained communally (Popper, Merton, Campbell). The continual growth and change typical of scientific knowledge is thus driven by a “Darwinian” process. “Bio-evolutionary” factors affect theories, techniques, paradigms, publications, research institutions, etc.

Defects of the biological metaphor

The bio-evolutionary model for cultural change—e. g. scientific progress and technological innovation—is often very instructive. But even as a metaphor it suffers from serious limitations.

Memes

Modern neo-Darwinian accounts of biological evolution are based on Mendelian genetics.

In place of genes, cultural evolution seems to need memes — elementary atoms of knowledge, such as ideas, concepts, procedures, etc. (Dawkins)

But memes are very different from genes, being:

- Imprecisely defined,
- Not particulate,
- Imperfectly replicable,
- Not long enduring.

The meme concept is expressive but misleading: “is it an essential part of the Darwinian mechanism?”

Recombination and speciation

Like living organisms, artifacts and theories evolve by the mutation and recombination of adaptive features. But a novel concept may combine ideas from entirely different knowledge areas. Memetic recombination is not restricted by species barriers. Knowledge cannot be classified into clades or lineages defined by historical descent.

What varies or gets selected

In bio-evolution, variations arise in genotypes, selection operates on phenotypes. But cultural entities vary and co-evolve at various levels in a variety of different selective environments:

- Material artifacts in practical use,
- Designs and techniques inside R & D organisations,
- Conceptual maps in knowledge archives,
- Personal reputations in technoscience communities,
- R & D institutions in funding bodies,
- Industrial firms in commercial markets.

Scientific and technological change is ecological rather than neo-Darwinian.

The role of thought

Above all, cultural entities are never really varied or selected blindly. Memory and imagination, experience and intention, go into every stage of their evolution. Material and intellectual innovations are designed (as far as humanly possible) for their likely outcomes.

Darwin and / or Lamarck

Science and technology are a dynamical balance of design against

selection.

- Design: Codifying achieved knowledge,
Mapping foreseeable futures,
Planning research projects,
Developing prototype artifacts.
- Selection: Falsifying research claims,
Criticizing theoretical “maps”,
Testing models and prototypes,
Competing for market choice.

The rise of technoscience

The historical trend in technology has been from blind variation to scientific design:

- Useful “mutants” integrated into craft traditions,
- Inventions patented and marketed (~1600),
- Innovations based on scientific knowledge (~1700),
- Technologists trained “scientifically” (~1800),
- Science applied to practical problems (~1850),
- Research organised to generate innovations (~1900),
- Technoscience uniting science and technology (2000).

Evolution in metascience

Scientific institutions, also, have evolved culturally to adapt to a changed socio-economic environment. For 200 years, “academic” science has relied “blindly” on novel ideas and unexpected discoveries. “Technoscience” projects are planned to meet policy goals of national or corporate competitiveness. “Post-academic” science is a new mode of knowledge production ruled by “foresight” and design.

Are we losing cultural diversity?

Bio-evolution produces novel organisms by natural selection from blind variants. Can science and technology produce new knowledge by artificial selection from designed variants? Does post-academic technoscience crowd out

Serendipitous discoveries,

Idiosyncratic projects,

Wild conjectures,

Free-wheeling debates,

and other typical social features of Real Science?

(译文见:约翰·齐曼. 知识的生产. 曾国屏译. 科学学研究. 2003(1):8~11)

パラダイム論から非相対主義的真理論へ

——ピーター・ヒッグス博士のトレーディング・ゾーン概念によせて——

山崎 正勝

東京工業大学社会理工学研究科

1. はじめに

はじめに自己紹介を兼ねて、私の科学についての考えを述べたいと思います。現在、私は、東京工業大学で科学概論や科学史を教えています。もともとは、東工大で物理学を学び、高エネルギー物理学の分野で博士論文を書きました。そのころの私にとって、科学史はよい意味で趣味でした。当時、東工大には、田中実、八杉龍一、道家達将などの先生方がおられました。学部でそれらの方々の講義を受けることもなく、私の科学史や科学論の勉強は、まったくの独学でした。

当時、私がもっとも影響を受けた人の一人は、名古屋大学の坂田昌一さんでした。坂田さんは、エンゲルスの「自然弁証法」などに触発され、「階層的自然観」という考えを主張されました。自然は、質的に異なる法則が支配している多重な階層から出来ているというのです。科学の理論も自然全体を覆うのではなく、階層ごとにその法則を明らかにしたものであるため、それぞれの階層に対応した「適用領域」を持っていることになります。適用領域というのは、普通の物理学の用語ですが、坂田さんの階層的自然観は、その意味の理解を助けたと思います。

坂田さんは、こうした階層的自然観を手がかりにして、今日のクォーク模型の原型になるハドロンの複合模型、いわゆる「坂田模型」

を提唱されましたが、当時、物理を学び始めた私のような学生にとっては、坂田さんのような考えは分かりやすいものでした。

トマス・クーンのパラダイム論は、日本においても、特に1971年の『科学革命の構造』の邦訳出版以降、科学史や科学論の世界に大きな影響をもたらしました。私は、パラダイム論に触れたとき、クーンの考えは確かにいろいろのパラダイムで自然を捉えるという意味で、坂田さんの自然の階層構造に類似のことを言っているようにも感じましたが、反面で、科学的真理については相対主義的傾向を強く持っているようにも思いました。1970年代に科学史に参入して来た現在の科学史の中堅の方たちは、大なり小なり、クーンの洗礼を受けて研究をはじめられたと思いますが、私自身は、物理の学生として研究的活動をスタートし、しかもクーンの影響が入ってくる前に、科学に関する考え方を固めたため、物理学者の常識の世界から科学史を見ている、「古い世代」の科学史家であると感じています。この講演でも、そういう視点から、パラダイム論の相対主義的な真理論を眺めてみようと思います。

さて、この講演のサブタイトルになっているピータ・ギャリソンは、最近、トレーディング・ゾーンという概念を提出し、厳格すぎるパラダイム論の修正を提案しています。以下では、まず、ギャリソンの主張と、彼の主張の基礎になっている方法論について、紹介し、その上で、私の意見を述べ、ギャリソンの主張の修正を提案してみたいと思います。

2. ピータ・ギャリソンの「イメージとロジック」

ピータ・ギャリソンは、現在、アメリカのハーバード大学の科学史と物理学史の教授で、東大の伊藤憲二さんの指導教官だった人です。ギャリソンは、彼のホーム・ページによると、なかなかの秀才だったようで、アメリカからフランスのパリに行って大学教育を若く

して受け、その時にカルチェラタンのスチューデント丌パワーに遭遇し、科学史に関心を持つようになったようです。

今回、取り上げるのは1997年出版の著作「イメージとロジック」です。この本の副題は、「マイクロ物理学の物質的文化」となっています。彼がここでマイクロ物理学と呼ぶのは、電子、陽子、各種の中間子などを扱う高エネルギー物理学のことです。実験に使用される実験装置などの手段を、物質文化と呼んでいます。この著作は、比較的新しい物理学の歴史を扱ったものですが、それも学説の発展を中心に追った通常の科学史の本ではなく、高エネルギー物理の実験装置、特にその測定器の発展を真正面から取り上げたユニークな本です。

この本の主要な主張は、1980年代の初めに行われた弱い相互作用を媒介するウィーク丌ボゾン(Z^0 , $W^\pm$)と呼ばれる素粒子の発見が、それまで高エネルギーの実験物理学にあった二つの相反する伝統、「イメージ派」と「ロジック派」の協調によって達成されたというものです。

彼が「イメージ派」と言っているのは、粒子の軌跡を目に見える形で捉えようという実験装置を使ったグループです。この種の装置の最初はウィルソン霧箱でした。その後、写真(原子核)乾板が現れ、さらに第二次世界大戦の後に泡箱が出現しました。

「ロジック派」というのは、計測器で粒子の数を数えるような伝統で、最初の測定器は、ガイガー計測器でした。測定器から来る信号の数だけを数えたのでは、それが測定しようとしている粒子のものなのか、単なる雑音なのか分かりませんので、それを確認するために、論理回路が組み合わされます。それで「ロジック派」と呼んでいます。ガイガー計測器の以降、戦後に、名古屋大学の福井崇時さんに手でスパーク丌チェンバーが発明され、さらにワイヤー丌チェンバーというものが現れたわけですが、この場合には論理回路にコンピュータが使用されました。

イメージ派の場合、写真に撮られた泡箱の軌跡のほとんどは、特

別の意味を持たない雑音のようなものですが、その中で、 Ω -の場合のように重要な反応が一つでも見出されると、それで新しい粒子の発見になることがあります。 Ω -の発見は、ハドロンのクォーク模型の予言と一致し、その受容に決定的な意義を持ちました。このように、イメージ派の仕事は、ある種の一発勝負というところがあります。

これに対してロジック派の方は、一つ一つの情報は、ある条件で集められた電子パルスの集まりのようなもので、それだけからはイメージ派のように粒子を特定するようなことはできません。しかし、それらをたくさん測定することで、どの程度の確かさで、なにがしかの粒子の存在が確認できる、といった結論を出すことができます。

この二つの伝統は、たがいに独自の伝統を形成し、人的にもオーバーラップすることなく、時にはいがみ合うことさえありました。しかし、1980年頃に、両者の協調関係が成立し、両方の伝統が組み合わされて、タイム冪プロジェクション冪チェンバーと呼ばれる装置が開発され、コンピュータのシミュレーション画像で粒子の軌跡を三次元的に再現することが可能になりました。写真を撮るというのではなく、電子的な情報で画像を作るという方法です。

3. トレーディング？ ゾーン

さて、ギャリソンは、このような協調が生じることの理由付けとして、トレーディング冪ゾーンという考え方を提示します。トレーディング冪ゾーンというのは、交易する場所を意味し、交易圏などと訳されています。

いま、A、Bという異なる文化的伝統があったとします。二つのパラダイムの違う集団と言ってもよいと思います。このような状況では、二つのパラダイムの間には、共役不可能性という問題が存在し、

お互いの意志疎通ができません。これは言語を異にする二つの集団が出会った状況にも通じます。

次に、この集団が交易を始めたとします。例えば、イギリス人が中国にやってきて貿易を行うといった場合です。このような場合、商業活動を行うために、お互いの意志疎通ができるような特殊な言語、接触言語が形成されることが、文化人類学の世界ではよく知られています。それはピジンと呼ばれる言語で、例えば、文法が中国語で、使われる単語が英語、あるいはその逆であるような混成的な言語です。

米国英語で「しばらく」のカジュアルな表現に、“long time no see”というのがありますが、これはピジンの一例です。以前から、この表現は変だと思っていたのですが、ギャリソンの本を大学院の講義で学生と読んでいた時に、中国の留学生から、それが「中国語の好久没見のピジンだと聞いたことがある」と教えられました。確かに中国語と一対一対応になっています。現在の米国英語の歴史理解では、“long time no see”は、ネイティブ型アメリカンの言語からのピジンとされているようですが、いずれにしても、これはよく知られたピジンの例です。

ピジンが定着したものは、クリオールと呼ばれます。もとのクリオールの意味は、アメリカのルイジアナあるフランス語を基調とする特殊な言語です。かつてルイジアナはフランス領で、その後、独立後のアメリカ合衆国によってフランスから買い入れられました。このため、ルイジアナに残ったフランス人たちの中に、公用語となった英語の影響の下に、特殊な言語圏が形成され、クリオールと呼ばれるようになったようです。

このようなピジンやクリオールが、科学の世界にもさまざまな形で形成され、それによって伝統や考え方の違った集団が、お互いの意思を交流できるようになるというのがギャリソンの主張です。

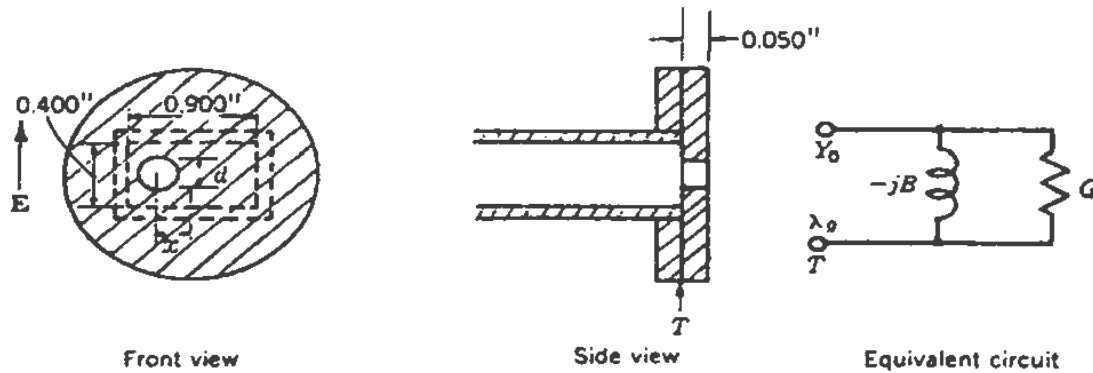
4. 科学のピジンとクリオール

ギャリソンは、典型的なトレーディングゾーンは、第二次世界大戦の戦時動員に見られると言っています。例えばレーダーを開発するために、多くの科学者と技術者が動員されますが、その時の組織は独特のものでした。それまでは、科学者と技術者が独立に仕事を進めるのが普通でした。科学者が基礎研究をやり、その後で技術者が応用的な仕事をするというようにです。しかし、戦時研究では、組織は軍の組織に似た形で、例えばレーダーの研究開発が行われたマサチューセッツ工科大学の放射研究所が組織されました。そうすると、ある部品の開発のために、科学者と技術者が同じ部屋で机を並べる形で、問題に取り組むようになります。放射研究所では、後で核磁気共鳴 NMR の発明でノーベル賞を受賞するラビが、技術者と同じ部屋に置かれ、共通のテーマに取り組む、といった形です。

レーダーに使用するマイクロ波を送るのに、導波管と呼ばれる複雑な形をした金属の管が使われました。導波管を複雑につないで、いわゆる立体回路を作る場合、どのように設計するかが問題になります。中の電波がどのようになるのかを調べなければなりません。この問題を担当した物理学者の一人が、のちに朝永振一郎さんと一緒にノーベル物理学賞を受賞することになるシュヴィンガーでした。物理学者は、導波管の形が与えられれば、それを境界条件にして、マクスウェル方程式を解くことで、電波の様子を理解できます。

しかし、その結果を、そのままマクスウェル方程式になじみの薄いエンジニアに伝えても話が通じない。そこで、シュヴィンガーがとったやり方は、電子工学者が普段なじんでいる交流の電子回路の問題に焼き直し、電波の減衰や、位相の変化を、抵抗とコイルやコンデンサーで表示しました(第1図)。こうなると技術者の方は、マクスウェル方程式の方は理解しなくても、電波に何が生じているのか、直ち

に理解できるわけです.そして,その知識を使って必要な導波管の設計を行うことができたとしています.



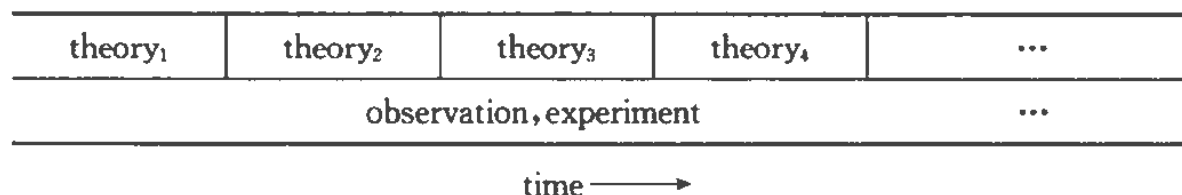
第1図

ここで出てきた電子回路の表示を使ったマイクロ波の理解は,物理学者と技術者の間の意志疎通のために作られた科学ピジンの例です.この表示方法は,1980年代のハンドブックにも収録されたようですから,この方法は,科学クリオールになったと言えます.

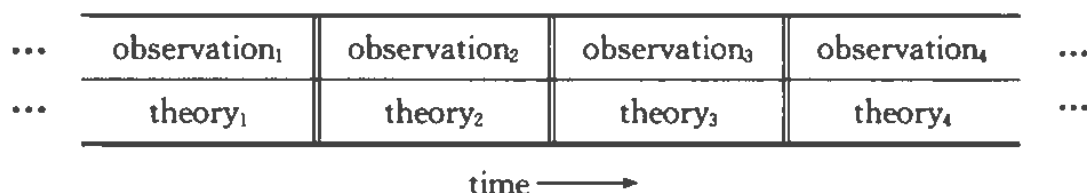
ギャリソンは,このようなトレーディングゾーンのイメージ派とロジック派,物理学者と技術者などの間にとどまらず,複数の異なる集団が協力する場合に,多く見られると言い,例えば,中止された超大型超伝導加速器(SSC)の計画でも,「Hストリート」と呼ばれる通路の周辺には,理論家,実験家,装置作成者などがお互いの壁を超えて,直接交流できるように工夫された空間が積極的に用意されたとしています.

5. ギャリソンの科学認識論

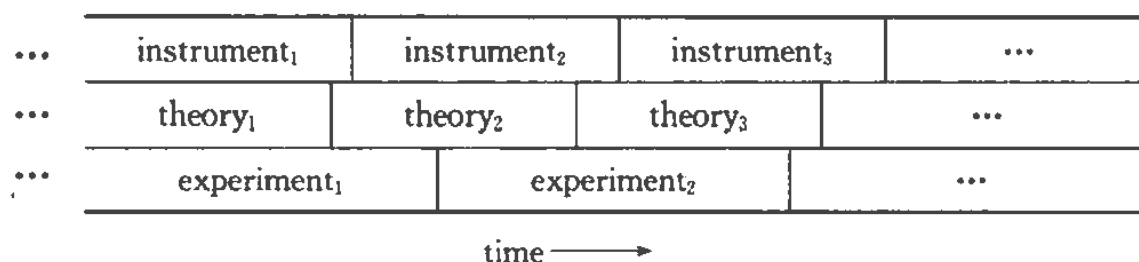
さて,以上のようなトレーディングゾーンを基礎にした彼の科学観を,ギャリソンは本の最後に部分で,これまでの科学論との対比で展開しています.



第 2 図



第 3 図



第 4 図

第 2 図は、彼が実証主義に分類する科学観の科学に対する見方です。この考え方の基礎にあるのは、累積的に形成される経験的事実、観察と実験で、その進展によって、その基礎の上に、科学理論が次々と形成される。論理実証主義では、この経験的な事実と理論形成との普遍的関係が、研究の対象となったと言っています。

第 3 図

これに対し、彼が反実証主義と呼ぶパラダイム論のような科学理論では、第 3 図のように、基礎にあるのは理論の方で、観察はその立場から見直されると言います。理論的枠組みが先行するパラダイム論のような科学論では、同じ観察が、ものの見方を与える理論によって、異なって見えることになります。パラダイムの転換の理解に、しばしばゲシュタルト図が使われます。たとえば、同じ絵を見ても見方によって、カモにもウサギにも見えたり、少女にも老婆にも見えると

いったものです。このゲシュタルト転換の絵で重要なのは、中間的な見方が存在せず、転換は瞬時に起こるということです。カモだと思つとカモに、ウサギと思つとウサギにしか見えない。両方を同時に経験することはできません。これと同じように、ある現象や観察事実、AというパラダイムではA流に、BではB流に見えるということです。

第4図

これらの先行する代表的な科学観に対して、ギャリソンは、第4図を示して、彼の科学観を表現しています。現代物理学では、理論家と実験家の分業が進んでいることはよく知られています。ギャリソンは、さらに、実験家の中にも実際に実験を行う人たちと、実験装置を作る人の分業が顕著に見られることに注目し、物理学の活動を、理論、実験、装置の三分割で理解しようとしています。そして、理論、実験、装置のそれぞれに独自の画期があり、パラダイム論のように一度に画期が生じるのではないとします。例えば、装置と理論で言えば、原子核乾板が泡箱になったからといって、理論が革命的に変化するわけではない。同様に理論の画期が訪れても、実験的研究そのものは、従来の方法で行われることもあるということです。しかし、全体が完全に疎遠な形で歴史を刻むのかというと、そうではなく、相互の間にトレーディングゾーンが存在するので、相互に結合されてバラバラにならない。この結びつきによって、物理学は全体として一つのまとまった伝統を形成すると言っています。このような理解をギャリソンは、インターカレーション(地層化ないし重層化)と呼んでいます。

もう少しこの関係を詳しく見ると、彼の主張は次のようになります。

Theory ₁	Theory ₂
Experiment	

第5図

第5図は理論と実験のトレーディングゾーンです。ある古い理論、例えばニュートンの力学が、新し相対論的な力学に転換したとします。よく知られているように、両者では例えば質量の考え方は、全く異なります。しかし、電子の質量が速度によって変化することを示す実験結果が出たとき、古い理論家もアインシュタインも、同じ質量という言葉を使って、それらの実験事実を論じている。この時に使われている概念は、どちらの理論の概念なのか厳密には定義されていない。当時の議論の分析からは、パラダイムの違った二つの理論家たちと実験家の間では、このようなあいまいな概念でのやりとりがあったことが分かりますと言っています。これらの例から、ギャリソンは、「さまざまな理論をつきあわせたり、それらを実験と結合させるために、中間言語を生み出そうという試みが一様に見られる」と述べています。

ギャリソンは最終部分で、彼の認識論上の観点を示しています。結論は、「反刃反実在論」というものです。

彼によれば、従来、科学論は、二つの伝統、相対主義と実在論の対立の中に置かれてきたが、自分は、経験的実在論を採るというのです。これは先験的実在論ではないとも言っています。例えば、K 中間子(電子でもよいのですが)のような粒子の実在性について考えると、従来は、実証主義でも、反実証主義でも、このような粒子は、道具主義的にしか理解されてこなかった。これは、マッハが「原子は思考上の記号」と言った伝統の現代版のようなもので、「道具としては便利だが、実在と考えるべきではない」という立場です。

これに対しギャリソンは、K 粒子が存在していると物理学者が言っている現実は、一つの経験できる実在として認めようと言います。これが彼がいう経験的実在論の立場です。しかし、そこから進んで、K 粒子のそのものの実在性を先験的に肯定するような立場、すなわち先験的実在論の立場は採らないというのです。これは実証主義でも、先験的実在論でもないので、「反刃反実在論」だとしています。

ギャリソンの考えは、科学的実在について、道具主義的な実在性しか認めてこなかった実証主義や従来の観念主義的な科学観からすれば、確かに一步前進に違いありません。

6. パラダイム間のトレーディングゾーン

最後に、私自身の考えを述べてみたいと思います。まず、最後に出た「反刃反実在論」ですが、これもよく考えてみると、科学者の常識とは違っています。例えば、電子は今から100年ほど前にJ. J. トムソンによって発見されましたが、ギャリソン流に言えば、それ以降は電子は実在として位置付きます。しかし、それ以前、ニュートンの時代はどうかと言えば、ニュートンの時代まで遡ると、電子という言葉さえもなかったのですから、ギャリソン流には、電子は実在しなくなってしまう。しかし、通常、科学者たちはそうは考えていません。ニュートンの時代に電子の概念がなかったのは、たんにそれを発見できていなかっただけであって、電子そのものは、ニュートンの時代にも、さらに人類が生まれる以前にも、自然界に存在したと見ています。科学者がそう考えるのは、ギャリソン流に言うところ、科学者が先験的実在論に侵されているからということになりそうですが、私にはそうでないように思われます。ギャリソンは、確かに、物理学の歴史の現場を丁寧に調査分析することで、狭隘なパラダイム論を抜け出す方向を示してはいるものの、科学認識論の立場は、依然として観念論的な枠から脱しきらないでいるように、私には思えます。しかし、同時に、彼の理論は、発展の芽も宿しているように思われます。その一つは、新旧理論の間の理解です。先ほども触れましたように、ギャリソンは新旧理論の交代の中で、理論同士の間にも中間言語が形成されると言っています。トレーディングゾーンはもともと理論や実験、異なる伝統の間のように、ある特定の時間で、空間的に離れた活動の間に生ずるものと理解されています。しかし、ギャリソンの

口振りからは、時間的に離れた新旧理論の間にもトレーディングゾ
ンゾーンが存在してもよいような印象を持ちます。そういうことは想
定できるでしょうか。もし可能であれば、ギャリソンの考えをさらに
進めることができるように思われます。

Theory ₁	Theory ₂	Theory ₃	Theory ₄	...
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	-----

第 6 図 A

Theory ₁
Theory ₂

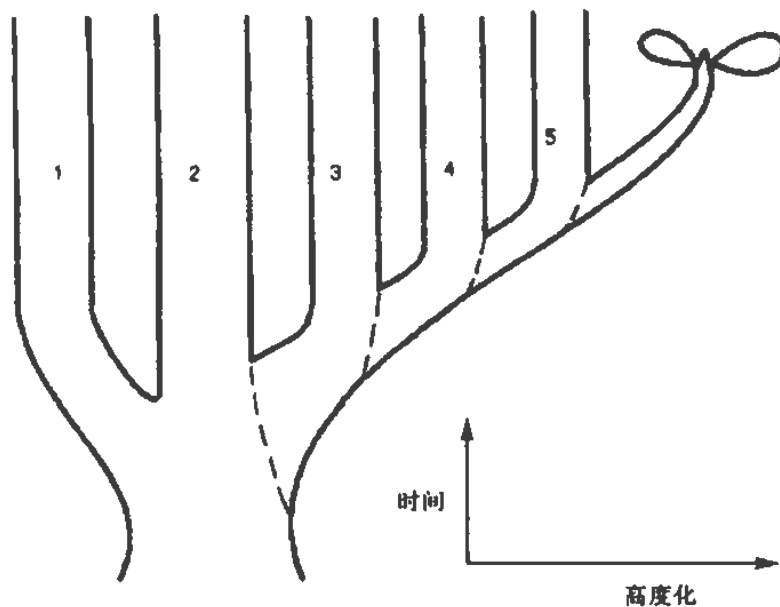
第 6 図 B

第 6 図 Aは従来の理論の歴史区分です。しかし、このような歴史
区分には、科学理論の相対主義に陥る欠点があります。この図式の一
つの問題点は、理論研究の最先端だけを見ているところにあります。

そこでこのような時代区分を、もっと広い文脈で見直してみま
す。すると古い理論と新しい理論の関係が、そのような歴史区分のよ
うには単純ではなく、ほとんどの場合、古い理論は新しい理論が出て
きても、それなりの妥当性をもって存在していることに気づきます。
その極端な例は、天動説と地動説の関係です。通常は、コペルニクス
説が正しいとされていますが、地球の回転が無視できるような日常
の世界では、大地が不動だという理解が残っています。これはガリレ
オが発見した運動の相対性に基づいて、コリオリ力などが無視でき
る条件の下で、地動説によっても正当化されています。また、われわ
れの周りの物体は、原子や分子からできていますから、本当は、量子
力学でわれわれの日常の世界も理解されなければなりません。その
結果、本来はどのような巨視的な物体間にも、量子力学的な相関が見
られるはずですが、通常の下では、量子的相関は問題になら
ず、物体は孤立しているとしてもよいので、古典的なニュートン力学
で十分な記述ができることになっています。このような簡単な例か

らも理解できるように,古い理論というのは,科学的な理論である限り,新理論の誕生によって「絶滅」するのではなく,相対的な「正しさ」をもって一定の条件の下で,生き残っているのです。

このような理解を一般化すると,古い理論と新しい理論は,同時代的な環境に置かれますから,新旧理論相互の間にトレーディング刃ゾーンが想定されて構わないことになります。むしろそのような理解の方が,現実的で自然なのではないでしょうか。



第7図

こうした理解に立って,これまでの図を縦に書き直すと,生物進化によく似た系統樹が得られます。生物学との対比で言うと,それぞれの理論が生き残っている場所は,棲み分けの領域で,それらは冒頭で触れた理論の適用領域に相当します。古いそれぞれの理論は適用領域の中で生き残っていますから,真理の相対主義は避けられます。

この図から見えてくるのは,科学の多元的な真理論です。しかし,生物進化論と違って,それぞれの理論は,実験的な経験を介して認識の対象である自然と,その背後で結びついています。さらに,もし,ギャリソン流の「反刃反実在論」ではなく,科学者が通常描くある

種の実在論の見地に立てば、それぞれの理論の背後にある多元的な自然法則も、電子などの自然物と同様に、人間が認識する前から自然界に存在していたことになります。つまり、理論がこのような多元的構造を持つのは、自然そのものがもともとそのような多元的な構造によって構成されていて、それを人間が時間をかけて認識を進めてきたためだ考えられます。これは階層的自然観の復活です。このように考えることによって、科学論はいつそう科学者の常識と近くなるのではないのでしょうか。

人类理性的生物学制约——对进化心理学主要论点的批评

黄 翔

(墨西哥国立自治大学哲学研究所)

Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM

一、进化心理学的主要观点

顾名思义,进化心理学是进化生物学和认知心理学的结合,其主要观点来自这两门学科的研究成果。^[1]我们可以把进化心理学的主要观点简要地归纳为以下几点。^[2]

(E1)人类的心理机制是个信息处理系统。它的设计是功能性的,即它的结构的合理性和运作的有效性是由能否产生与自然和社会环境相适应的行为而决定。

这是认知科学最基本的一个命题。认知科学以计算机的运行模式来理解人类心理活动。大脑里的神经系统被比作计算机的硬件设备,而人类的心理活动则被比作软件操作。认知科学中的神经系统科学研究大脑中的神经系统机制如何通过一系列物理化学过程使心理活动成为可能,同时,认知科学中的计算和信息处理理论研究人类思维能力的结构与运行机制是如何接受和产生信息的。在计算机科学中,软硬件设计的成功与否要看该设计是否能解决我们希望它解决的一系列问题。同样,人类思维能力的设计是功能性的,是为了解决人类与自然和社会环境相接触时产生的一系列问题。在这里,“功能性设计”是个重要的概念。一个设计是功能性的,因为它可以解决一系列问题。比如,斧头是个功能性设计,它可以解决砍劈等问题;榔头也是个功能性设

计,它可以解决锤砸等问题。

(E2)人类的思维能力是自然选择的结果,就是说,它的功能性设计是为了解决人类在进化过程中所面临的一系列问题。

这是进化心理学试图利用进化生物理论研究认知科学的理论基础。达尔文的进化理论告诉我们,人类和其他动植物的机体结构是功能性设计,其形成是自然选择的结果,进化心理学认为人类的心理能力作为一种功能性设计,同样是适应进化环境的结果。进化心理学的一个重要课题在于研究人类现在所拥有的思维能力和认知能力是如何从不具有这些能力的人类祖先那里进化来的。

(E3)进化过程中人类祖先所面临的不同问题需要不同的功能设计去解决。如果把每种不同的功能设计看作不同的模块(module),那么,人类的思维结构由一系列不同种类的思维模块组成。

这是进化心理学最引人注目的假设。如果这个假设是正确的,许多与心智哲学和认识论有关的哲学问题将需要重新考量。西方认识论、科学哲学和其他哲学学科认为人类的理性在于用一些普遍适用的推理原则来思想和行动。我们说一个推理原则是普遍适用的,是指它的有效性不因时间地点的变化而改变。所以,逻辑规则和贝叶斯概率规则被看作是最重要的普遍适用的推理规则之一。在科学哲学领域里,卡纳普的验证(confirmation)方法和波普尔的证伪(falsification)也分别被这两位科学哲学家认作是普遍适用的科学方法的推理规则。自20世纪70年代开始,机能主义一直主导心智哲学和认知科学研究方向,其中最成功的理论是心智的演算理论(computational theory of mind,CTM)。这个理论认为心理过程是对一组具有句法结构的心理描述进行的形式演算,其演算规范是与思维内容和目的无关的普遍性规则(general purpose)。进化心理学认为在进化过程中,普遍性演算规则或普遍适用的推理规则没有适应性,因而在人类思维过程中不占很大比例。在人类进化过程中,人类祖先必须面对不同种类的问题。要快速有效地解决这些问题常常不能依靠普遍适用的推理规则,因为一种推理机制可以解决某一类问题,却会对其他种类的问题无能为力,

如同一把斧头可以砍劈却不善于敲砸。进化心理学认为人类思维和推理规范性原则主要是由一组不同的规则模块组成,这些模块不是普遍适用的,而是只在相应的具体条件下局部地发生作用。这些模块和其发生条件的形成由人类进化的具体过程决定。

(E4)今人的脑袋装载着石器时代人类祖先的心智。

自然选择需要经历漫长的历程才能产生出任何一种复杂的功能设计。一般估计一种复杂的功能设计需要经历 1000 到 10000 代,即 2 万到 20 万年的时间。自灵长类动物出现至今,人类的进化史经历了六千八百万年。进化心理学认为形成现代人类心智的进化时间始于一千万年以前,进化适应的环境是非洲大草原。在这漫长的一千万年里,人类祖先作为非洲大草原上的食物猎取者和收集者的时间,远远地长于人类从事其他任何活动的时间。农业社会产生于一万年以前,而工业社会不过是两百年以前的事。所以说我们当今人类的思维能力是人类祖先作为食物猎取者和收集者适应非洲大草原的结果。

既然进化心理学是生物进化学和认知心理学的综合学科,它便应该回答两个学科提出的一些问题。一方面进化心理学要揭示人类心智能力产生的进化过程,另一方面要告诉我们人类的思维机制的结构和运作,就是说,那些组成人类心智的局部思维模块究竟是什么。进化心理学者认为进化心理学可以利用两种相辅相成的方法完成以下任务:

(M1)以考古学、古生物学和人类学等学科的研究成果为基础,确定人类祖先所面临的适应环境的问题是什么,然后假设解决这些问题的心理机制,当这些心理机制通过实验被证实确为人类所有,则可以确定其为认知科学所寻找的组成人类思维能力的信息处理机制。

(M2)以认知科学所确定的某些人类思维能力的信息处理机制为出发点,研究这些机制的产生是为了解决人类祖先所面临的什么样的适应环境的问题,并注意为了解决这些问题所需要的其他心理机制,最终对所有这些机制的产生和进化过程给予解释。

这两种研究方法要求在几个重要步骤上做出大胆假设,如必须假设以下几组问题:人类祖先在适应环境过程中所遇到的一系列困难,解

决这些困难所需要的一系列功能性设计,以及实现这些设计的心理机制或思维模块等。尽管考古学、古生物学、人类学、心理学和认知科学等学科的研究成果可以对这些假设做出某些指导甚至经验验证,这些假设的经验根据仍然是薄弱的,因而是容易出错的。经常被进化心理学者们引证为以上两种方法的成功范例是克斯梅和托比对华生实验所作的进化生理学解释。

自 20 世纪 60 年代中期,试验心理学者们设计了一系列的实验来检测人类的推理能力,结果发现人类的理性思维能力似乎并不强。^[3] 华生的选卡实验是其中最著名的一个。^[4] 华生向接受测试者出示以下四张卡片:



这四张卡片一面印有字母一面印有数字。华生要求被测试者以最少的步骤揭开卡片验证这四张卡片是否遵从以下命题:如果卡片一面印有“D”,另一面则印有“3”。这是一个条件命题。违反这个命题有两种情况:一面印有“D”另一面印的不是“3”,或一面印的不是“3”另一面印的却是“D”。所以正确答案应该是揭开印有“D”和“7”的两张卡片。但只有少于 25% 的人选择了正确答案,大多数人选择了“D”或“D”和“3”,而没有选择“7”。华生试验的结果似乎意味着人类并不善于逻辑和理性思维。自华生试验公开后直到今天 30 多年的时间里,许多心理学家试图重新设计该试验或重新解释试验结果,其中最著名之一是克斯梅和托比的进化心理学的解释。^[5]

克斯梅和托比认为人类日常思维基本不用普遍性推理规则,如条件推理“如果甲,则乙”等,而是对于不同的问题用不同的局部思维机制或模块快速有效地寻找答案(E3)。这些局部思维机制或模块的产生和形成是为了解决人类祖先在漫长的进化过程中遇到的一系列问题(E2)。在非洲大草原上作为食物猎取者和收集者的人类祖先所面临的一个重要问题是如何处理群体和社会关系。正确有效地处理群体和

社会关系的一个原则是互利原则,即我从你那里得到利益,我便应该回报你。如果我得到利益而不知或不愿回报,则是一种欺骗,违反了互利原则。克斯梅和托比认为人类所使用的一种局部思维机制或模块是洞察违反互利原则的欺骗者的机制,它的产生与形成归功于人类祖先在进化过程中不得不处理的社会和群体关系问题。为了证实这一点,克斯梅和托比重新设计了华生试验。他们给被测试者以下卡片:

喝啤酒	喝可乐	25 岁	16 岁
-----	-----	------	------

卡片一面写着某人的行为另一面写着该人的年龄。被测试者所要解决的问题是:最少要翻开哪几张卡片,来检测者这四个人是否违反不满 18 岁不许饮酒的规定。这个规定的逻辑结构与华生试验所要检验的规则一样都是条件命题,即如果某人要饮酒必须年满 18 岁。但在这个实验中大多数被测试者(65%~80%)选择了正确答案:翻开印有“喝啤酒”和“16 岁”两张卡片。克斯梅和托比认为,之所以大多数人能正确回答这个实验的问题而不能正确回答华生试验的问题,是因为人类在日常思维中并不用条件推理等普遍性规则,而是使用洞察欺骗者之类的局部思维规范或思维模块。而进化心理学正是研究这些局部思维规范和思维模块的结构和产生原因的有效方法。

进化心理学的这几个基本观点,除了(E1)是公认的认知科学的理论基础因而不容怀疑外,其他各点均受到来自生物学、心理学、认知科学、心智哲学和认识论等不同学科的怀疑和批评。对于(E2),以古尔德(Stephen Jay Gould)为首的生物学家们认为,人类的心智并不一定是自然选择的结果,而可能是其他器官被自然选择后产生的副产品。对于(E3),福德(Jerry Fodor)认为把人类心智看作是由大规模思维模块组成的观点并不可取,因为这些局部模块的正确运行常常离不开普遍性思维规则的运行。^[6]对于(E4),一些认知科学家们认为人类的许多关键性认知能力是后天学习和教育的结果,因此,今人的脑袋里并非只装有石器时代人类祖先的心智,也同样装有农业、工业和信息时代的

心智。同时,对于(M1)和(M2),一些认知科学家指出有效地操作这两个方法并不像进化心理学家们想像的那样简单,有些步骤甚至是无法实现的。

本文将对这些批评的主要论据做一个分析,以便对进化心理学是否对人类认知能力的理解有所帮助做出评价。本文将对这些批评做逐一的分析,不过重点放在从福德对(E2)和(E3)的批评,再旁及其他各点。首先,因为福德的批评是目前以心智哲学为视点、对进化心理学最为系统的一个批评。其次,进化心理学除了对人类认知能力做出进化论解释外,也试图对人类其他行为做出同样的解释。而本文的兴趣集中于前者,这也正是福德的研究兴趣所在。当然,这并不意味着后者不是个重要的课题。福德认为进化心理学建立以上几个命题的论证步骤是,首先确立(E2),即论证人类的心理能力的产生和发展是自然选择的结果。然后建立(E2)和(E3),即论证如果人类的心理能力是自然选择的结果,那么自然选择将倾向于产生由大规模局部思维模块组成的人类心智。福德辩论说这两个论证步骤是有问题的。

二、人类的心智是自然选择的结果吗

进化心理学家们论证人类的心理能力是自然选择的结果这一命题的论据大致如下:心脏、视觉等器官是复杂的功能性设计,而自然选择是对复杂的功能性设计惟一正确和有效的解释。我们同样可以把人类心智看作是一种复杂的功能性设计,所以,人类心智是自然选择的结果。^[7]福德认为进化心理学建立(E2)的这个论据站不住脚,因为并不是所有复杂性的功能设计一定是自然选择的结果,“我们的心理和行为的复杂性与我们的认知结构是否在自然选择的压力下进化这一问题并无关系。”用达尔文自然选择机制解释一个新的显性特征产生的前提是,我们拥有某种形式的标尺来大致测量这个显性特征变化的程度与生物体因这个变化而适应自然的程度。比如说,我们可以大致认定长颈鹿祖先的脖子长出多少公分,他便有多少优势摄取食物因而生存下

来。而这正是进化心理学所没有的。人类的大脑与猿类的大脑从形态来说差别并不大,但人类的智力却远远超过猿类的智力。因此,人类祖先身上相对于猿类很小的基因型变化可能就足够产生人类的心智。这就是说,人类的心理结构伴随着(supervene)人的大脑结构,而我们并不十分清楚这个伴随关系的具体规则。^[8]那么,“让古猿的大脑的体积大一点点(或密度增大一点点,或增多一点点褶皱,或变得更加灰一点),我们可以任意想像这点改变所造成的认知和行为上的变化,也许古猿就因此变成了人。”换句话说,如果人类的心理能力的产生需要在人类祖先身上发生大量的基因变化,那么人类的心智将很有可能是自然选择的结果;如果一点点基因变化就足够产生人类心智,那么,人类心智完全可以不是自然选择的结果。问题是我们完全没有理由认为第二种情况发生的可能性小于第一种,所以进化心理学建立(E2)的论据是个先验论据,完全站不住脚。

对福德的这个论据,一种可能的反驳是:福德的论据建立在一种非达尔文进化机制存在的可能性的基础上。毫无疑问,类似的非达尔文进化机制是可能的,比如,科德施密特(Richard Coldschmidt)用“希望型妖怪”(hopeful monster)一词来指称由某种大规模的染色体畸变或基因突变而突然产生的新物种或新的显性特性。^[9]但是,史密斯(John Maynard Smith)指出,这种“希望型妖怪”的现象并不与新达尔文理论冲突。尽管这种在一两个繁殖世代内由突变产生大规模显性特性变化的现象并非不可能,但是,任何一种新的显性特性在一个种群里稳定下来并传播开来的过程仍然是个自然选择的过程。这就是说,尽管人类的心智可以由某种微小的基因性变化在一两个繁殖世代里突然产生,这种产生的心理能力在人类祖先身上稳定和遗传下来的过程仍然是个自然选择过程。所以,人类的心智仍然是自然选择的结果。

如果福德所说的非达尔文进化机制确为戈德施密特的“希望型妖怪”,那么,这个对福德的反驳应该说是正确的。但是,非达尔文进化机制也可以是非“希望型妖怪”,史密斯的论据也不能适用于所有的非达尔文进化机制。古尔德提出人类的心智可以不是自然选择的结果,同

时也可能不是基因突变的产物,而可能是其他复杂性功能器官的副产品。^[10]这些复杂性功能器官可以是自然选择的结果,但它们的副产品则并不是。古尔德用教堂的拱肩作比喻。天主教堂的拱肩常被画上具有道德说教内容的图画,但拱肩的设计并不是为了装饰说教图画,而是为了支撑教堂建筑的整体结构,拱肩上的图画不过是建筑结构的副产品。人类的许多复杂性功能器官在进化过程中不可避免地产生一系列副产品,在合适的条件下,这些副产品可能会像教堂的拱肩那样具有新的功能。比如,人的鼻梁是呼吸系统的一部分,它的一个副产品功能可以是架眼镜。古尔德认为人类的心智同样可能是其他复杂性功能器官适应自然的一种结构性的副产品,这个结构性的副产品的产生可以经历漫长的进化过程,但它的产生的目的原本并不是为了思考,不过后来在某种合适的条件下具有了思考的功能。我认为如果福德采用古尔德的非达尔文进化机制来批评(E2),便完全可以避免史密斯的反驳。因为如果人的心智果然是其他复杂性功能器官的副产品,它的结构在人类祖先的种群中的稳定和传播早由那些产生它的功能性器官建立了,不过,它的思考功能要在条件合适时产生,而产生这个新功能的过程也可能如福德所说不过只经历了一两代繁殖世代。

但是,福德的目的并不是论证(E2)是错误的,而是论证进化心理学家们用人类的心理能力是复杂性功能设计这一命题来建立(E2)的企图是行不通的。用福德的话说,这是建立(E2)的先验的方式,而我们没有任何先验的理由来联系人类的心智和自然选择的进化机制。然而,在福德看来,(E2)这个进化心理学的基本命题仍然是正确的,不过需要一个不同于进化心理学家们提出的论据来论证它。福德认为一个可行的论据是:人类天生具有很多偶然性真理信念(*innate contingent true belief*),比如,物体具有连续性,一朵云彩遮住了月亮,我们知道月亮仍然在云彩后面,一旦云彩飘过,月亮还会出现;再如,去掉支撑一个物体的支撑物这个物体便会坠落。一个真理信念是偶然的,当它只在某一个可能的世界为真,而并不一定在其他可能的世界也为真。这些天生的偶然性真理信念的存在只能用自然选择来解释,它是人类祖先

在漫长的进化过程中适应自然适应环境的结果,因而我们有理由相信人类的心智是自然选择的结果,即(E2)是正确的。^[11]福德这个有趣的论据的前一部分,即人类天生具有许多偶然性真理信念这一命题,应该是大多数哲学家,包括进化心理学家们所能接受的。古典经验主义认为婴儿出生时的心理状态是一张白纸的看法已经是一个过时的看法,它不仅无法解释人类认知能力的来源,而且与试验心理学和儿童心理学的经验结果不相符。但福德论据的后半部分却还有让人费解的一点。福德在批评进化心理学建立(E2)时说,我们没有任何尺度来大致测量大脑结构的些微变化会给人类心智带来的变化程度,因而,我们没有任何先验理由接受达尔文机制和抛弃非达尔文机制来解释人类心智的形成。然而,对于这些天生的偶然性真理信念,我们同样没有任何经验尺度来测量大脑结构的变化程度与这些信念数量变化的关系。福德认为问题的关键在于,在人类祖先的大脑中具有无数的偶然性信念,在这些信念里建立起诸多偶然性真理信念的过程需要人类祖先与环境建立某种细致的认知关系(epistemic fit),否则那些偶然性信念将无法为真。而这种认知关系如果不用自然选择来解释将是无法想像的。

福德对(E2)的肯定是非常重要的。这说明尽管进化心理学建立(E2)的论据是站不住脚的,是需要重建的,但进化心理学最基本的理论基础(E1)和(E2)仍然是正确的,即人类心智或人类心智的某些部分,如获得先天的偶然性真理的能力等,是自然选择的结果。因而,研究人类心智的进化过程仍然是心理学、认知科学和自然主义认识论等学科的重要课题。

三、是普遍性思维规则还是大规模局部思维模块

进化心理学认为人类的心智是由大规模的局部思维模块组成的。人类的大脑或人类的思维结构中存在着局部思维模块是被心理学家和心智哲学家们所公认的。早在19世纪人们就注意到某些人在某些领域具有超出常人的能力,如莫扎特在少年时就表现出天才的音乐能力。

这暗示着人类在处理不同的问题时使用不同种类的思维方式,而某些人对于某种思维方式更加擅长,因此,很有可能人类的思维结构由不同种类的思维能力组成。^[12]哈佛的心理学家伽德纳提出人类的智能由不同种类的认知能力组成,并试图对这些不同的认知能力按不同的适用范围进行分类。^[13]同时,神经心理学的研究成果显示大脑的不同部位常常相应于不同种类的思维能力。^[14]用一个形象的比喻,人类的心理结果就如同一把瑞士刀,其中不同刀片具有不同的形状和功能,可以去解决不同的问题。^[15]

在心智哲学领域中,首先系统地提出思维模块理论的是福德自己。^[16]福德认为,人类思维的信息计算系统,即中心处理系统是由一些普遍性演算规则组成的。而人类思维的信息输入输出系统,或信息的感觉系统和行为的产生系统则被福德称作“边缘系统”。这些边缘系统是由一系列只对特定领域产生反应的局部思维模块组成的。继福德之后,许多心理学家和心智哲学家提出了自己的思维的模块理论,使得对思维模块的理解和定义分歧倍出。萨缪斯和塞格对这些不同的理解和定义作了系统的分析。^[17]根据萨缪斯和塞格的总结,被大多数心理学家和心智哲学家包括进化心理学家们接受的思维模块的概念有以下几点。首先,思维模块是人类天生的心理结构(*innately specified*)。其次,它是个局部结构,即它的功能性设计是为了解决某个特定领域里的特定问题,而对于其他领域中的问题则无能为力(*domain specified*)。如语言能力模块只解决人类所面临的语言问题,而社会关系模块只解决人类面临的人际关系问题。再次,这些局部模块自身带有与其特定领域相应的信息(*informatinally encapsulated*),这些信息使局部模块只在与它所适用的功能领域里运行。比如,语言模块在识别语言时只对语音、语韵、语法、句法等信息有所反应,而对于讲话时的天气、温度等其他信息没有任何反应。

进化心理学的(E3)命题与福德的思维模块的一个分歧是,在进化心理学看来,不仅思维的输出输入系统是由思维模块组成,其中心处理系统同样是由不同的局部思维模块组成。某些中央处理系统有局部思

维模块参与并不是不可能的假设。福德所最反对的是在(E3)中所暗示的“大规模思维模块假设”(the massive modularity hypothesis, MMH)。所谓“大规模思维模块假设”是说人类心智全部或几乎全部由局部思维模块组成。^[18]一个被经常引用的 MMH 表述如下:“我们的认知结构如同一个由成百上千台功能不同的计算机(经常被称为思维模块)组成的联合体,这些计算机分别被设计来解决作为食物猎取者和收集者的人类祖先所面临的适应环境的问题。每台计算机都具有自己的计算程序,并将它独特的结构用于处理外在世界的不同问题。有的用来归纳语法规则,有的用来识别面部区别,有的用来估测死亡,有的用来解释物体,有的用来识别脸部表情所暗示的感情。还有的计算机机制是为了察觉生死区别、视觉运动方向或违背社会规范的欺瞒行为。有体察他人心理的思维模块,有处理不同社会推理的模块,以及众多的设计精美的其他计算机制。”^[19]在 MMH 中没有任何普遍性思维规则的地位。

克斯梅和托比总结出以下三点支持 MMH 的理由。^[20]第一,人类祖先面临着不同种类的适应环境的问题,而不同种类的适应环境的问题要求不同种类的功能性设计来解决。要解决两种不同类型的适应环境的问题,用两种不同的解决方式分别解决这两种问题要优于用同一种方式去解决这两个问题。普遍性思维规则在解决人类祖先适应环境的问题时劣于局部性适用的思维规范。第二,一种动物如果只具有普遍性思维机制,它识别不同环境的唯一来源是通过感觉,那么,它感觉到的关于生存环境的信息将无法使它生存和繁殖。相反,如果它具有大规模的局部思维模块,它将具有更多感觉生存环境的能力。第三,人类祖先在解决适应环境的过程中会遇到许多意想不到的新信息和新问题,层出不穷的新信息会使一组普遍性思维规则处理问题的复杂度成指数倍增长,从而造成运行机制的瘫痪。由以上三点,克斯梅和托比得出结论,人类的心理机制更有可能是由大规模局部思维模块组成即得出 MMH。

这组论据实际上是在用(E2)来支持(E3),即如果人类的心智是自

然选择的结果,那么,根据上面三个论据,我们将有理由假设人类的心智是由大规模局部模块组成,即(E2)和(E3)。福德认为进化心理学的这个用(E2)支持(E3)的过程,如同建立(E2)的过程一样是站不住脚的。问题在于克斯梅和托比混淆了局部思维模块和人类某些天生心理能力这两个不同性质的问题。他们认为如果人类心智不具有局部思维模块,则不具备任何先天心理能力。但这个看法是错误的。即便人类的心智由许多普遍性思维规则组成,它仍然可以具有大量的贮藏环境信息的天生能力,从而避免以上3个论据所提出的问题。比如福德的思维模块理论认为,只有信息输出输入机制是由局部思维模块组成,而中心处理机制则是由普遍性原则组成。这个理论完全允许具有该心理机制的动物同时具有大量的天生心理能力。这就是说,如果克斯梅和托比想用以上3个论据来证明MMH,他们必须首先证明使用普遍性思维规则的心智不具有天生心理能力,而这个证明是不可能的。^[21]

我认为福德的这个论据极具说服力,足以证明克斯梅和托比用(E2)论证(E3)的企图并不成功。然而,福德并不以此满足,而是更进一步提出一个先验论据来证明人类的心智的运作不可能没有普遍性原则的参与。根据局部思维模块的运作特点,两个不同的思维模块分别只在与其相应的特定领域处理特定的输入信息,而对该领域外的信息没有任何反应。福德的论据是:那么,什么是确定哪些信息属于哪个领域的机制呢?只能是一个比局部思维模块更加普遍的机制。比如,在克斯梅和托比对华生试验进行重建的过程中,为了考察社会交换模块对该试验的影响,需要给被实验者几组与社会交换有关的试验题和几组与社会交换无关的实验题。而那个让实验设计者区别哪些信息是与社会交换有关的而哪些是无关的思维机制一定是要比社会交换模块更加普遍的一种思维机制。这就是说局部思维模块的运作要以某些普遍性思维原则的存在为前提,因而人类的心智不能完全由局部思维模块组成。^[22]

福德的这个先验论据即使正确,但它单独提出来时,似乎对MMH没有太大的影响,因为大多数MMH的支持者并不完全否定某些普遍

性思维原则的存在,而是坚持这些普遍性思维原则在人的心智结构中只是少量存在。所以,问题的核心是人的心智是由大量的局部思维模块组成还是由大量的普遍性思维原则组成,而福德的先验论据并没有给我们太多的理由支持后者。同时,如果福德对克斯梅和托比混淆局部思维模块和天生思维能力的批评是对的,进化心理学也同样没有提供给我们足够的论据来支持前者。萨缪斯清晰地洞察到进化心理学到目前为止理论上和经验上的所有的论据加起来,并不能让我们决定人类心智的中央处理系统是由大量的局部思维模块组成(MMH),还是由大量的普遍性原则与在边缘的局部思维模块的组合组成(福德的模块说)。^[23]

以上是对进化心理学建立(E3)和 MMH 的主要理论的论据所作的分析,结果是这些论据并不充分。进化心理学同时也在不断地寻找心理学、生理学、实验心理学、神经科学和认知科学等学科的大量实验中的经验论据。^[24]进化心理学的经验论据试图说明这些实验证明了人类的某些思维能力确是由局部思维模块组成。比如,我们所看到的克斯梅和托比对华生实验的重建就被认为是社会交换模块的存在的证据。再如,儿童在 2~3 岁时就具有假设他人心理的能力,而这种先天能力被进化心理学认作是一种局部思维模块,是自然选择的结果。^[25]然而,即使这些经验论据是正确的,即这些心理能力确是由局部思维模块组成,进化心理学仍然无法证明人类心智结构中的中央处理系统不是由大量的普遍性思维原则组成,即萨缪斯提出的问题仍然存在。更糟糕的是,大多数进化心理学的经验论据均遭不同程度的怀疑。如洛伊德和福德都认为克斯梅和托比的社会交换模块理论并不是重建华生实验的惟一理论,因而不一定正确。^[26]杰兰斯认为人类假设他人心理的能力也同样可以是一种普遍性思维原则。^[27]

在一系列反对(E3)和 MMH 的经验论据中,^[28]米腾用人类学研究成果所作的分析是十分有意思的。^[29]米腾认为人类祖先在从猿到人的进化过程中确实经历了一段漫长的用局部思维模块思考问题的阶段。这些局部思维模块包括技术(或工具制造)模块、识别自然物体模

块、社会模块等,这些模块组成了人类祖先赖以生存的心理能力。因而可以说进化心理学的一部分理论基础,如(E2),是基本正确的。但是,米腾同时指出,在4万年以前左右之所以产生现代人,是因为人类已经能够打破局部思维模块的界限,产生出一些普遍性思维原则,自由地连接不同的局部思维模块,从而最终产生思维的流利性(cognitive fluidity)。正是因为这种思维的流利性,人类终于在6万年到3万年前开始产生文化。一个只有局部思维模块的心智和一个具有局部思维模块和普遍性思维原则组合的心智的差别正是尼安德塔人的心智和现代人的心智的差别。尼安德塔人拥有与现代人同样容量的大脑,还有比现代人更适应自然环境的体格,但在与现代人的竞争中终于失败了,在米腾看来,这正是因为他们不具有思维的流利性。所以,米腾认为进化心理学的理论不能充分地揭示人类的心智,因为现代人的心智中的某些重要特征超出了进化心理学的解释能力。

我们刚才看到,福德反对MMH的先验论据尽管证明了人类心智结构中不能没有普遍性思维原则,却没能有力地否定MMH,因为大多数MMH的支持者并不反对某些普遍性原则的存在。但如果福德的这个先验论据同米腾的人类学研究成果结合,便会成为一个不仅反对(E3),而且反对进化心理学另一个基本命题即(E4)的强有力的论据。因为如果现代人的心智的特点是思维的流利性,而思维流利性的基础是一系列普遍性思维原则连接不同的局部思维模块,那么,今人的脑袋里并不只装有石器时代人类祖先的心智,而是具有在质量上超越石器时代人类祖先的现代人的心智。

四、人类思维能力的形成和发展的非进化因素

进化心理学的(E4)可以说是(E3)的自然结果,即如果人类心智全部或基本由局部思维模块组成,而这些模块又是为了解决人类祖先适应自然时所面临的生存问题的复杂性功能设计,那么,我们当代人类的心智结构就与非洲大草原上的食物猎取者和收集者的心智结构没有什

么质的差别。人类尽管经历了农业社会、工业社会和当今的科学技术和信息社会,但是,这些阶段的总和所经历的时间相对漫长的人类进化所经历的时间来说实在是太短了,不足以对人类的心智产生任何决定性影响。这个现代人的脑袋装载着石器时代人类祖先的心智的看法决定了进化心理学的研究方法(M1)和(M2)。(M1)要求研究者先确定人类祖先所面临的适应环境的问题是什么,然后再假设解决这些问题的复杂性设计,当某个复杂设计的假设通过认知科学的实验,则可被认为是组成人类心智的一部分。(M2)则从认知科学的研究成果出发,考察认知科学所认定的人类思维结构是用来解决人类祖先适应环境所面临哪些问题的。毫无疑问,这两个方法即使可行,也都是用来研究人类心智的形成和变化的进化因素的。而米腾的对人类心智的人类学研究表明现代人的心智,尤其是现代人思维的流利性,不能只用进化因素来解释。这就是说,(E4)是站不住脚的,同时(M1)和(M2)作为研究人类思维能力的方法是不够充分的。戴维斯(Paul Sheldon Davis)从另一个角度对(M1)和(M2)的不充分性作了分析。^[30]在戴维斯看来,(M1)和(M2)的问题在于他们过多地依靠容易出错的假设,而惟一可以对这些假设给予某些验证的是认知科学的经验成果。这就是说,(M1)和(M2)并没有如进化心理学家们所宣称的,是可以替代和更新认知科学旧有的静态研究方法。相反,这两个动态的进化论方法的可行性要以认知科学的静态研究方法为前提。所以,克斯梅和托比所要求的以“严格的进化认知科学”(evolutionary rigorous cognitive science)代替现有的认知科学和布斯所要求的以进化心理学代替现有的心理科学的企图,^[31]如果只建立在(M1)和(M2)的基础上将是很危险的。

对人类思维结构和思维能力的形成和演变的非进化因素的研究,在进化认识论和进化心理学出现之前一直是心理学和认知科学的主要课题。比如,皮亚杰的心理学派就注重研究对儿童心理发展有所影响的后天因素,如教育、后天学习、社会文化等因素。尽管进化心理学的主要观点,如(E3)和(E4)都存在着不同程度的问题,它仍成功地说明人类心智的某些先天能力是进化的结果,因而进化因素是理解人类因

素的不可忽略的课题。然而,卡米洛夫史密斯指出进化心理学的激进命题如(E3)、(E4)、(M1)和(M2)暗示了一个激烈的命题,即人类思维规范的惟一重要来源是生物和进化因素,从而完全排斥了心理学和认知科学中对人类思维能力形成的后天因素的研究,因而无法全面地解释人类心智。^[32]人类心智的一个重要特点是其可塑性和创造性。可塑性是说人类在面临新的环境和新的问题时有快速地设计出新的解决方法的能力。创造性是说人有超越陈旧的思维方式的能力。^[33]不难看出,人类心智的可塑性和创造性正是米腾所说的思维的流利性的基础。如果人的心智只是由局部思维模块组成,而这些局部思维模块只对某些与其相应的输入信息反应,而无法兼顾与其看起来无关的信息,则难以产生具有可塑性和创造性的思维能力。人类思维能力的可塑性和创造性的形成和发展在很大程度上是后天教育学习的结果,而对这些教育学习等后天因素的研究,则完全超出了进化心理学的解释范围。

进化心理学在批评极端经验主义的社会科学理论时提出,那种认为婴儿出生时的心智只是一张白纸,人类的心理和行为完全是从社会和文化背景中学习来的观点是错误的。^[34]这个批评毫无疑问是正确的,事实上,在功能主义心智哲学取代行为主义心智哲学之后,很少有人坚持极端经验主义的观点。相反,正是以(E3)、(E4)、(M1)和(M2)为基本命题的进化心理学最终否定了后天学习、教育和其他社会和文化因素对人类思维能力形成和发展的作用。进化心理学家们常常用不同的方法为这个错误的结论辩解。一方面,克斯梅和托比宣称进化心理学所强调的天生心理能力并没有与后天学习来的能力相冲突,“某些学习机制必须成为人类心智结构进化的一部分,而人类心智的结构是在人类进化过程中所遇到不同的环境变化中可靠地发展的。”但是,从我们上面分析可以清楚地看到,(E3)和(E4)两个命题坚持人类思维结构由大量的天生的局部思维模块组成,而这些局部思维模块又是人类祖先解决适应环境问题的功能性设计。在这里,我们根本看不到学习机制如何成为人类心智结构进化的一部分。同时,在(M1)和(M2)也仅仅是两个研究先天局部思维模块的方法。另一方面,克斯梅和托比

还坚持先天心理能力是第一位的,后天学习能力是第二位的,因为“学习能力”或“学习机制”并不能作为解释其他心理现象的理论变量,而是等待解释的心理现象。^[35]这是一个完全站不住脚的辩解。首先,我们刚才从戴维斯的分析中看到,(M1)和(M2)的可行性要以认知科学的一系列的经验研究结果为前提。在这个背景下,先天的局部思维能力也是一个等待解释的心理现象,因而与后天学习能力一样,说不上谁是第一性谁是第二性。其次,后天学习能力和后天学习机制也完全可以成为理论变量来解释心理现象,问题是我们不能把心智哲学的框架仅局限于心理结构和大脑结构的关系上。

米腾在最近的一篇短文里对他 1996 年的成果作了进一步探讨。^[36]在他看来,普遍性思维原则的支持者如福德和局部性思维模块的支持者如进化心理学的一个共同的毛病是把认知科学和心智哲学的研究对象局限于心理结构和大脑结构的关系上。人的认知能力被认为只是大脑和心理的关系变化的产物。米腾认为物质文化同样是影响人类认知能力的重要因素,而不仅仅是大脑和心理的关系的产物。我们在上一节提到,根据米腾的理论,人类在 6 万年到 3 万年前完成了思维的流利性,可以使思维自由地出入不同的局部思维模块,从而产生普遍性思维原则。但是,是什么原因使人类能够完成思维流利性的呢?米腾在他这篇短文中明确地指出,并不是大脑和心理结构的某些细微的变化产生了人类的思维流利性。因为在此期间人类的大脑结构并没有多大变化,比如,尼安德塔人的大脑结构与现代人的大脑结构没有太大的区别。思维的流利性是由非生物的物质文化因素导致的。这些物质文化因素中重要的一员是现代人的公共语言,它的产生使人类的心智大规模地超越个体大脑操作的范围,使人类的文化成为可能。另一种重要的物质文化因素是人工符号的产生。原始的人工符号的使用使人类的记忆能力开始超越大脑的信息储存。这些物质文化因素与作为食物猎取者和收集者的人类祖先们所面临的适应环境的问题并没有直接的联系,却使人类的心智产生了质的变化。在这里,米腾试图证明的一个论点是,非心理和大脑关系的物质文化因素一样可以成为解释心理

现象的理论变量,同样,只要我们把心智哲学和认知科学的理论框架超越于心理/大脑关系,后天学习能力、教育、文化和社会因素同样可以作为解释人类心智某些特征的理论变量。^[37]

五、小 结

在这篇文章中,我分析了进化心理学理论的几个基本命题。除了(E1)是个不被争论的命题外,其他的命题在不同程度上都存在着致命的错误。尤其是(E3)和(E4),这两个命题使得对进化心理学理论的争论变得相当激烈。如果人类思维结构果然由大量的局部思维模块组成,人类的大脑转载着石器时代人类祖先的心智,那么,人类思维的规范性的惟一或最重要的来源则是进化因素。福德和其他认知科学和心智哲学家们的研究成果有力地说明了这两个命题并不成立。但这并不说明进化心理学的研究方向是完全错误的。尽管,进化心理学证明(E2)的论据是有问题的,(E2)仍然是个基本正确的命题,即人类心智的一个重要来源是进化因素。人类思维结构无可怀疑地存在着一些局部思维模块,而进化理论对这些模块的研究对人类某些天生的认知能力给出了意义深远的自然主义解释。在本文的最后部分,我很简略地讨论了人类思维能力的形成和发展的非进化因素,如教育、后天学习、社会和文化等因素。对人类心智的全面理解也同样不能忽视这些因素,这也是我们应该抛弃激进的进化心理学的原因。

注释与参考文献:

[1] 并不是所有人都认同这个对进化心理学的简单定义。Rose and Rose 和 Daly and Wilson 就认为进化心理学不过是社会生物学的一个分支。从某种广义的角度来看,社会生物学和进化心理学同是西方学术界在达尔文进化论产生后的一百多年里试图用达尔文理论解释社会和心理现象的不懈努力的结果之一。但是,社会生物学与进化心理学,尤其是与学院派进化心理学,在目的和方法上都有显著的差别。社会生物学常常研究不同的社会或文化的某些不同特性产生的生物

学原因,因而被认为有种族主义的政治背景。而进化心理学致力于研究人类的共同心理和行为特征产生的生物学因素。在方法上,进化心理学采用心智科学中功能主义学派假设人类心智结构和机制的方法,而社会生物学则多采用数量统计的经验方法

[2] Tobby J, Cosmides L. *Evolutionary Psychology: A Primer*. <http://www.psych.ucsb.edu/research/cep/primer.html>, 1997; Samuels R. *Massively Modular Minds: Evolutionary Psychology and Cognitive Architecture*. In: Carruthers P, Camberlain A, ed. *Evolution and the Human Mind*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, 13 ~ 46; Samuels R, Stich S, Tremoulet P. *Rethinking Rationality: From Bleak Implications to Darwinian Modules*. In: Lepore E, Pylyshyn Z, ed. *What is Cognitive Science?*. Oxford: Blackwell, 1999, 74 ~ 119

[3] Evans J St B, Newstead S E, Byrne R M J. *Human Reasoning: The Psychology of Deduction*. Hove, UK: Erlbaum, 1993; Evans J St B, Over D E. *Rationality and Reasoning*. Hove, UK: Erlbaum, 1996; Kahneman D, Slovic P, Tversky A. *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982; Manktelow K L, Over D E. *Inference and Understanding: A Philosophical and Psychological Perspective*. London: Routledge, 1990; Stein E. *Without Good Reason: The Rationality Debate in Philosophy and Cognitive Science*. Oxford: Clarendon Press, 1996; Stanovich K E. *Who is Rational—Studies of Individual Differences in Reasoning*. London: Lawrence Erlbaum Publishers, 1999

[4] Wason P C, Johnson-Laird P N. *Psychology of Reasoning—Structure and Content*. MA: Harvard University Press, 1972

[5] Cosmides L. *The Logic of Social Exchange: Has Natural Selection Shaped How Human Reason?* *Studies with the Wason Selection*. In: *Cognition*, 1989(3): 187 ~ 276; Cosmides L, Tooby J. *Evolutionary Psychology and the Generation of Culture, Part II. Case Study: A Computational Theory of Social Exchange*. In: *Ethology and Sociobiology*, 1989(10): 51 ~ 97; Cosmides L, Tooby J. *Cognitive Adaptation for Social Exchange*. In: Barkow, L, et al ed. *The Adapted Mind*, Oxford: Oxford University Press, 1992

[6] Fodor J. *The Mind Doesn't Work That Way: The Scope and Limits of Computational Psychology*. Cambridge MA: MIT Press, 2000

[7] Cosmides L, Tooby J. *Cognitive Adaptation for Social Exchange*. In:

Barkow, L, et al ed. *The Adapted Mind*, Oxford: Oxford University Press, 1992, 53;
Cosmides L, Tooby J. *Origins of Domain Specificity: The Evolution of Functional Organization*. In: Hirschfeld L A, Gelman S A, ed. *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994, 86;
Dawkins R. *Human Nature and Conduct*. New York: Henry Holt, 1996, 202;
Pinker S. *How the Mind Works*. New York, London: W. W. Norton Company, 1997, 55;
Plotkin H. *Evolution in Mind*. London: Alan Lane, 1997, 53~54

[8] 一般来说,伴随关系是这样:甲伴随于乙,当且仅当不可能存在甲变化而乙不变化的情况

[9] Goldschmidt R B. *Some Aspects of Evolution*. In: *Science*, 1933 (78): 539~547

[10] Gould S J, Lewontin R. *The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptaionist Programme*, In: *Proceeding of the Royal Society*, 1979(B205): 581~598;
Gould S J. *More Things in Heaven and Earth*. In: Rose H, Rose S P R, ed. *Alas, Poor Darwin: Arguments against Evolutionary Psychology*. New York: Harmony Books, 2000, 101~126

[11] 福德这个论据的表述形式是:如果人类的心智果然如克斯梅和托比所说是由大量局部模块组成,那么,我们将很有理由承认人类的心智是自然选择的结果,因为,人类具有先天的偶然性真理信念。福德之所以用这个表述,是因为局部模块的有效运作需要人类具有相对于该局部的某些先天的偶然性真理信念。我之所以没有采取他这个原始表述是因为,在他批评克斯梅和托比的理论时曾强调局部模块与人类与天认知能力是两个不同的概念而不应混淆。我们将在下一节里讨论这点。而在这个论据里,福德似乎有混淆这两个概念之嫌,因而我直接用先天的偶然性真理信念这个概念,略去它与局部模块的关系不谈。我相信我的表述是忠实于福德原意的

[12] Gould S J. *Eight Little Piggies: Reflections in Natural History*. New York: W. W. Norton Company, 1993, 249~261

[13] Gardner H. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. London: Heinemann, 1983

[14] Anderson M. *Intelligence and Development: A Cognitive Theory*. Oxford and Cambridge: Blackwell, 1992, 69~78

[15] Wilson D S. *Adaptive Genetic Variation and Human Evolutionary Psy-*

chology. In: *Ethology and Sociobiology*, 1994(15): 219~235; Mithen S. *The Prehistory of the Mind*. London: Thames and Hudson, 1996

[16] Fodor J. *The Modularity of Mind; An Essay on Faculty Psychology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1983

[17] Samuels R. *Massively Modular Minds; Evolutionary Psychology and Cognitive Architecture*. In: Carruthers P, Camberlain A, ed. *Evolution and the Human Mind*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, 13~46; Segal G. *The Modularity of Theory of Mind*. In: Carruthers P, Smith P, ed. *Theories of Theories of Mind*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996, 141~157; Shettleworth S. *Modularity and the Evolution of Cognition*. In: Heyes C, Huber L, ed. *The Evolution of Cognition*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2000, 43~60

[18] Cosmides L, Tooby J. *Origins of Domain Specificity: The Evolution of Functional Organization*. In: Hirschfeld L A, Gelman S A, ed. *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994, 85~116; Pinker S. *How the Mind Works*. New York, London: W. W. Norton Company, 1997; Samuels R. *Evolutionary Psychology and the Massive Modularity Hypothesis*. In: *British Journal for the Philosophy of Science*, 1998(49): 575~602; Sperber D. *The Modularity of Thought and the Epidemiology of Representation*. In: Hirschfeld L A, Gelman S A, ed. *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994, 39~67

[19] Tobby J, Cosmides L. *Foreword to Mindblindness by S. Baron-Cohen*. Cambridge, MA: MIT Press. 1995, xiv

[20] Cosmides L, Tooby J. *Origins of Domain Specificity: The Evolution of Functional Organization*. In: Hirschfeld L A, Gelman S A, ed. *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994, 89~94

[21] Fodor J. *The Mind Doesn't Work That Way: The Scope and Limits of Computational Psychology*. Cambridge MA: MIT Press, 2000, 65~71

[22] Fodor J. *The Modularity of Mind; An Essay on Faculty Psychology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1983, 101~119; Fodor J. *The Mind Doesn't Work That Way: The Scope and Limits of Computational Psychology*. Cambridge MA: MIT Press, 2000, 71~78

[23] Samuels R. Massively Modular Minds; Evolutionary Psychology and Cognitive Architecture. In: Carruthers P, Camberlain A, ed. Evolution and the Human Mind. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, 13~46

[24] Cosmides L, Tooby, J. Origins of Domain Specificity; The Evolution of Functional Organization. In: Hirschfeld L A, Gelman S A, ed. Mapping the Mind; Domain Specificity in Cognition and Cultures. Cambridge: Cambridge University Press, 1994, 94~103; Samuels R. Massively Modular Minds; Evolutionary Psychology and Cognitive Architecture. In: Carruthers P, Camberlain A, ed. Evolution and the Human Mind. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, 37~40; Samuels R, Stich S, Tremoulet P. Rethinking Rationality; From Bleak Implications to Darwinian Modules. In: Lepore E, Pylyshyn Z, ed. What is Cognitive Science?. Oxford: Blackwell, 1999, 95~109

[25] Carruthers P, Smith P, ed. Theories of Theories of Mind. Cambridge: Cambridge University Press, 1996

[26] Lloyd E A. Evolutionary Psychology; The Burdens of Proof. In: Biology and Philosophy, 1999(14); 211~233; Fodor J. The Mind Doesn't Work That Way; The Scope and Limits of Computational Psychology. Cambridge MA: MIT Press, 2000, 101~104

[27] Gerrans P. The Theory of Mind Module in Evolutionary Psychology. In: Biology and Philosophy, 2002(17); 305~321

[28] Anderson M. Intelligence and Development; A Cognitive Theory. Oxford and Cambridge: Blackwell, 1992; Karmiloff-Smith A. Beyond Modularity; A Development Perspective on Cognitive Science. Cambridge, MA: MIT Press, 1992; Rose H, Rose S P R, ed. Alas, Poor Darwin; Arguments against Evolutionary Psychology. New York: Harmony Books, 2000

[29] Mithen S. The Prehistory of the Mind. London: Thames and Hudson, 1996

[30] Davis P S. The Conflict of Evolutionary Psychology. In: Hardcastle V G ed. Where Biology Meets Psychology. Cambridge, MA: The MIT Press, 1999, 67~81

[31] Cosmides L, Tooby J. Origins of Domain Specificity; The Evolution of Functional Organization. In: Hirschfeld L A, Gelman S A, ed. Mapping the Mind;

Domain Specificity in Cognition and Cultures. Cambridge: Cambridge University Press, 1994, 85~116; Buss D M. Evolutionary Psychology: The New Science of the Mind. Boston: Allyn and Bacon, 1999

[32] Karmiloff-Smith A. Beyond Modularity: A Development Perspective on Cognitive Science. Cambridge, MA: MIT Press, 1992

[33] 值得注意的是, 尽管卡米洛夫史密斯(1992)提出的人类心智的可塑性和创造性是针对福德 1983 年提出的人类心智边缘结构的局部思维模块理论, 它与福德在 1987 年和 2000 年所提出的人类外展(abductive)推理能力的观点有许多相同处。福德认为人类心智的一个最重要的特点是外展推理能力, 即一方面具有计算的可靠性, 另一方面又具有与人类有限的心理能力相应的计算的可能性。这个外展推理能力也是人工智能的最基本的问题, 即构架问题(frame problem)的起因。计算机可以成功地解决计算的可靠性问题, 但总是处理不好计算的可行性问题。而进行心理学可以说明人类思维能力可以快速地解决某些领域的具体问题, 但无法说明超出这些领域时, 人类的心智是如何既可靠又可行地运行的

[34] Tobby J, Cosmides L. The Psychological Foundations of Culture. In: B Barkow L, Cosmides L, Tooby J, ed. The Adapted Mind, Oxford: Oxford University Press, 1992

[35] Tobby J, Cosmides L. The Psychological Foundations of Culture. In: B Barkow L, Cosmides L, Tooby J, ed. The Adapted Mind, Oxford: Oxford University Press, 1992, 12

[36] Mithen S. Mind, Brain and Material Culture: An Archaeological Perspective Mithen S. In: Carruthers P, Camberlain A, ed. Evolution and the Human Mind. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, 207~215

[37] 一些行为环境学家(behavioral ecologist)认为生物进化因素对人类心智结构的影响起码需要只对 2 万到 20 万年时间的看法是进行心理学的一个错误观点。根据行为环境学家的观点, 生物进化因素完全有可能对人类心理结构在 1 万年以内的变化起作用。这样, 农业社会甚至工业社会的环境同样是塑造现代人心智的重要因素。行为环境学的这个观点是尽管可以客观上支持米腾的结论, 但仍然是个需要更多经验支持的假设

第二篇

科学技术的元理论问题

当代科学技术前沿的若干哲学思考

曾国屏 吴 彤

(清华大学科学技术与社会研究中心,北京:100084)

一、引言:马克思主义哲学必须关注 科学技术前沿问题

哲学是时代的精神。哲学应该反映时代,尽管哲学是密涅瓦的猫头鹰,总是在黑夜起飞,但是它却启示另一个黎明。正如“黑夜给了我黑色的眼睛,我们却用它寻求光明一样”,哲学如果不反映时代和启迪时代,哲学还能够有什么生命?

20 世纪的时代特征是什么?如果我们回首已过去的近百年时间,最引人注目的,便是科学技术疾速发展,科学技术几何级数般地增长,奇迹在不断发生,然而,20 世纪的哲学对此的回答则不那么令人满意。西方马克思主义对西方技术社会的快速发展,给予了悲观主义的回应。那是一首挽歌。它注意到了科学技术在西方社会发展的畸形病症,却忽略了科学技术革命的摧枯拉朽之力使得社会洗心革面,正在发生巨变;科学技术革命如风卷残云,战场还未打扫,后现代哲学便充当了科学技术发展迅速而未得到及时消化的一剂混杂之药,其中良莠杂生,鱼龙混同。西方科学哲学和技术哲学对科学技术的发展给予了较多的、更深入细致的关注,它们注意到了科学演化的问题及途径和评价等重大理论问题,但是我们看到,西方科学哲学流派总是走向极端,每一个流派可能较好地回答了一个问题,却在另一个问题上逻辑地走到另一个极端,西方科学哲学经历了逻辑实证主义、证伪主义、历史主义、实在论等形态,目前已经进入发展的低谷或徘徊期,这就至少表明,西方科学哲学对科学发

展的回应也是不足的。目前,西方的技术哲学研究正在蓬勃展开,它已经脱离了对技术社会效应的一般考察,进入了建立技术哲学体系、细致考察技术演化的本体论、认识论和价值论阶段,然而,西方技术哲学脱离科学哲学的倾向最终必然影响技术哲学发展的深度,对科学技术的发展的考察也会形成一种割裂的形态。尽管如此,科学哲学和技术哲学研究仍然是 20 世纪国际性哲学研究领域中最蓬勃发展的领域。

20 世纪的马克思主义哲学对当代科技革命做出了怎样的回应呢?回顾 19 世纪,当时的马克思主义经典作家,以宏大气魄、准确定位、科学预言,概括了 19 世纪科学技术的发展,建立起辩证法和唯物主义相结合的自然观和社会观。到了 20 世纪,马克思主义首先成为各国人民争取民族独立、争取社会主义解放的革命武器,而后成为社会主义国家经济建设的罗盘。对科学技术的关注,至少在社会主义国家被视为当然的背景而相对忽略,直到经过相当长时间和实践后,社会主义国家的领导人兼理论家们才对发达国家的发展猛醒,再次发出:科学技术是生产力,是第一生产力,其时已经进入 20 世纪后叶。

鉴于社会主义国家在 20 世纪的发展环境所在,马克思主义哲学不得不首先回答政治问题,解决经济发展问题。因此,20 世纪的马克思主义哲学更多地关注政治领域、经济领域,这本是无可厚非的。

20 世纪中国的马克思主义哲学的教条化倾向、注释化特征,也深刻影响了我们哲学对科学技术发展的考察,科学技术的发展及其成果成了马克思主义哲学中已有结论的佐证,成为证明马克思主义哲学正确性的材料。于是,对科学技术演化的考察和哲学总结、抽象就变成了这样的公式:

已有“规律、原理”+科学技术新成果=马克思主义哲学再次被证明是惟一的真理。

事实上这样做不仅是不够的,而且长此以往对马克思主义哲学的发展以及它在人民心目中的形象是有损害的。马克思主义哲学经典作家一直强调自己建立的体系是开放的,它的生命力在于实践,通过实践

不断丰富和发展马克思主义哲学,是这些经典作家的教诲、希望,也是马克思主义哲学的辩证法本质。

科学技术活动在本质上也是哲学的对象性实践活动,它特别是马克思主义哲学的实践活动之一,马克思、恩格斯、列宁和毛泽东都曾经十分重视科学技术这种实践活动的哲学意义。毛泽东甚至把科学实验称为人类三大实践活动之一。问题是,我们的科学技术实践活动深入程度如何?哲学家对自然科学、工程技术和社会科学科学实践以及理论发展了解的深入程度如何?这些程度都影响我们对当代科学技术发展及其成果的理解,从而影响当代马克思主义哲学与当代科学技术演化之间的互动关系和认识。科学和技术是哲学必须必然关注的领域,没有对科学和技术实践活动的关注,哲学的发展在一个方面就必将停滞下来,我们过去在总结科学技术成果的哲学意义、提升哲学思想、发现科学技术成果对哲学的激励与改造方面均有不足,但是在今天,我国对科学技术发展在战略的高度上给予了广泛深刻的关注,两个战略——科教兴国和可持续发展战略——都是以科学技术为基础的战略,这种态势,为马克思主义哲学对科学技术倾注全力的关注,为科学技术及其成果如何丰富和发展当代马克思主义哲学提供了良好契机。

那么,20 世纪科学技术发展和 21 世纪科学技术发展态势和走向有那些重要特征呢?马克思主义哲学需要对哪些问题作出回应,哪些重大问题和进展能够丰富和发展马克思主义哲学呢?

二、20 世纪和 21 世纪科学技术前沿发展的基本特征

(一) 系统性、非线性、复杂性问题

从追求简单性、强调还原论转变到探索复杂性、关注系统性,是 20 世纪和 21 世纪科学技术发展的第一个基本特征。首先当代科学技术在宇观和微观的极端尺度的探索上仍将继续深化;当代自然科学在将几种基本相互作用统一起来时,形成了追求客观世界统一性的前沿。我们预

测这种统一性探索在长期困顿后将在 21 世纪得到进一步的发展。

在宏观尺度上,以系统科学、自组织理论、计算复杂性理论和非线性科学等新理论、新学科的出现为标志,形成了探索复杂性的前沿。

复杂性前沿,与我们生活的尺度密切地联系在一起,也将自然科学技术前沿与人文社会科学密切地联系在一起。例如,大脑的思维、机器智能和经济发展中的混沌问题,人机系统,重大科学工程、社会经济发展工程,全球性生态环境问题,都不仅仅是科学技术问题,而且也是科学技术与社会内在密切联系的复杂问题。换句话说,它们的复杂,不仅在于科学研究的方法更为复杂,而且在于其中还缠绕着人类社会的价值,以及不同社会集团的利益和伦理问题、政治问题。社会系统理论、创新系统研究、知识管理、经济知识化、全球化,也都是在科学技术与社会互动中的进行复杂性问题探索的理论发展。复杂性的研究和人类对复杂性、非线性的越来越重要的认识甚至被称为 20 世纪未完成的革命,我们认为,它将是 21 世纪还将不断发展的重要科学技术研究前沿。

20 世纪中后期科学开始关注复杂性问题。20 世纪即将结束时这种关注正在显现出越来越显著的趋势,有关复杂性的一些词汇已经成为社会日常生活中基本词汇。“混沌”、“非线性”、“复杂性”已经成为使用频率极高的术语。在《大不列颠百科全书》中至少有 878 个条目 962 处涉及“复杂性”,有 98 个条目 213 处涉及“非线性”,另外有 6 处涉及“分形”。^[1]在职业科学研究上,国际上从 20 世纪 80 年代已经出现了专门的《复杂性杂志》(*Journal of Complexity*),并且上网。它的主要研究领域包括:应用数学、数字分析、近似理论、代数方程、微分方程、最优化、控制理论、决策理论、实验设计、分布计算、图像理解、信息理论、预测和估算、地球物理学、统计学、经济学等。^[2]在 INSPEC 资讯、物理、电机工程尖端科技数据信息库中,1969—1999 年关于“复杂性和简单性”的条目出现 748 处,“复杂性和非线性”的条目出现 2598 处。^[3]1999 年 4 月 2 日《科学》出版了一个研究“复杂性”的专辑,除了此专辑外,另外几辑也包括了部分复杂性研究文章,^[4]由此可窥见“复杂性”已经成为国际上关注的重要科学前沿问题。1998 年,中国国家自然科学基金会

专门增补了对“复杂性”研究(包括对复杂性管理的资金支持),香山科学会议专门研讨了“复杂性”问题,这些反映了我国科学界对这一重大前沿问题的认同和国际科学的竞争。我们预测在复杂性研究方面,如果能够在 21 世纪的自然科学、工程技术和人文社会科学三大学科领域产生突破性进展,那么将对 21 世纪的人类思维、科学和社会各个领域的研究与行动产生极其重大的影响。

目前,复杂性问题开始引起我国哲学界一些人士的重视,^[5,6]哲学也应该研究复杂性,探索复杂性的含义。哲学也同自然科学一样经历了从简单到复杂的过程,形而上学是简单性哲学,辩证法是复杂性哲学,马克思主义哲学应进一步反映世界的复杂性。这是它继续丰富和发展的一个重要方面。^[7]

(二) 生命、智能与环境问题

从侧重无机界、物理世界到特别关注生命和智能、生态环境,是当代科学技术发展的第二个基本特征。

分子生物学、遗传工程、克隆研究以及人体基因组计划等生命科学技术的新进展向人们昭示了 21 世纪将是生命科学技术进一步飞速发展、生物工程和产业将成为最重要主导产业的世纪。

科技对社会发展和经济增长的作用,如果说,目前显得最为突出的是信息科学技术及其产业的话,那么,目前已经显露端倪并将进一步展示出不可估量前景的下一个科学技术及其产业就是生命科学技术及其产业。关于人类基因组的研究已经取得重要进展,分子生物学即将进入“后基因组时代”。关于人类和其他生物寿命延长的问题也已经获得重要成果,克隆研究正在深入,生命怎样起源这个大自然的奥秘已经处于将被揭开的大前夕。^[8]新的生命科学技术成果可能影响到人类生命存在的方式,例如对自然生命的干预,可能影响生命的存在寿命时间,也可能影响自然生命的存在方式,甚至影响到其他非人类生命。人们还预言,紧随生命科学技术将取得重大进展之后,再一重大进展领域将是智能科学技术领域。智能科学技术的发展、计算机信息科学技术的

发展、对智力的研究,将使得关于智力之谜的众多问题如意识起源与演化、意识和思维的动力学问题、脑与行为的自组织、大脑如何组织其信息存储等问题像数学上哥德巴赫猜想一样得到进一步的进展。思维和智能的本质不再神秘,甚至接近人工智能的总目标已经在望。我们相信,这些进展,将极大地改变人们的思维方式,以及改变人们的生产生活方式乃至生存方式。

新的 21 世纪,也是一个人们的生态环境意识更加觉醒的世纪。20 世纪由于科学技术的迅猛发展,人类对自身力量的滥用和对科学技术的滥用,给有着如此灿烂生命的这个蓝色星球到处以生态危机、环境污染、温室效应、臭氧层空洞、经济危机、冲突战争,以至于威胁到所有生命的未来前途。如此之多的问题,促使人类猛醒,有着忧患意识的哲学家和科学家率先思考人类应该如何协调自然、科学技术、经济、政治和社会的相互关系。美国女科学家蕾切尔·卡逊通过多年努力终于弄清了 DDT 的后果,她的《寂静的春天》所描述春天的死寂使人们觉醒;世界环境与发展委员会的《我们共同的未来》第一次郑重提出的“可持续”发展概念已经成为全人类的共同信念。绿色运动、和平运动蓬勃发展,所有这一切都促使反映人与自然关系的 20 世纪只知索取的自然观发生重大的变化,也导致以人定胜天思想为基础的科学技术观、社会经济和文化观念发生重大变化,人类已经认识到无论如何人类都是大自然的一个物种,她与其他物种不同的只是她具有自觉的意识,因此她更负有一种道德、责任,即对其他物种和所有生命的保护责任和使得这个蓝色星球自然演化得以延续的道德义务,即负有使所有现存物种或生命得以自然地可持续演化的责任。人类大家庭正在努力,通过科学技术、通过全球合作、通过人类被唤醒的良知,人类社会已经提出了可贵的“可持续”发展的概念和战略,提出绿色科技、绿色创新、生态文化等等概念,并且正在把这些概念、理论变化为操作、行动。在联合国《21 世纪议程》之后,我国率先制定了国家级《中国 21 世纪议程》,并进一步把可持续发展战略作为国家发展的基本战略。我们相信,21 世纪的地球将是一个生态、

科技、经济和社会更加和谐的世纪。

（三）科学道德、伦理和法律观念问题

20 世纪上半叶的典型科学观念问题,在爱因斯坦和玻尔之间感人至深的长达 30 年的学术争论中得到鲜明的体现,其主题基本上只涉及到科研中的本体论和认识论。

而当代科学技术的前沿和进展,则把科学技术的价值论问题凸显出来,深深地联系着人们的行为准则、人与人之间的关系、社会的秩序。这些问题,甚至成为科研是否应该或者可以进行的前提。

例如,在生态环境问题上,人类究竟是自然界的主人还是自然界中普通的一员?道德关怀的对象是否应扩展到非人的有机世界?生态伦理学是可能的吗?再例如,与生命科技的发展相联系,器官移植、代理母亲的情形应该怎样规范?试管克隆人在科学技术上是可能的,但是在社会伦理和道德上可以接受吗?法律上允许吗?又如,与信息技术的发展相联系,在知识化、信息化、全球化进程中,引出了知识产权新问题,信息安全问题,国际化与民族性、自主性的关系等等问题。

这些由科学技术的发展引起的重大社会发展问题,不仅涉及到社会的发展战略,而且需要人与人之间的关系、社会关系作相应的调整 and 改变,不仅需要“变法”、改变“游戏规则”,而且也影响到自然科学和工程技术本身的发展,甚至影响到这些领域中科学家和工程师的思维方式,特别也会影响全社会的思维方式,我们的马克思主义哲学对此必须给予认真深刻地回应。相应地,对科学技术发展所带来的可能的社会后果,需要我们从社会发展的角度进行事先的研究和预测,以尽量地趋利避害,促进科学技术为社会的健康发展服务。

（四）科学技术的第一生产力性质问题

17 世纪初,伽利略说过,大自然的这本书是用数学写成的。21 世纪,伽利略的声音仍然回荡在科学殿堂里。科学界不言的信条一直都是:探索自然,追求大自然真理,认识自然并能动地改造自然。似乎成

为永恒目标的科学技术发展的这一基本目标和任务在 21 世纪还是如此吗？我们发现，科学技术的目标和任务不仅如此，科学技术目前有更重要的、更直接的目标和任务。

在 20 世纪和 21 世纪之交，当代科学技术知识已经积累到这样的程度，人们能动地利用科学技术知识来改造世界已经发展到这样的程度，即在当代，科学技术能力已经成为一个国家综合国力和竞争力的一个基本方面，科学技术的普及和利用程度已经成为人们生活质量的一个基本方面，科学技术与社会包括社会经济结合的程度已经成为决定社会发展和人们生活质量提高的速度和发展水平的决定性因素。

社会主义的国家利益以及它的命运与科学技术发展密切联系在一起。我们必须坚定不移地落实科学技术是第一生产力的战略思想，走科教兴国之路。否则我们将在不同社会的社会生产力比较与发展中处于落后地位。而这种落后的境地所带来的恶果不仅在近代而且在 20 世纪的最后时刻，我们都已经有所品尝。我们应该警醒：落后必然挨打。

传统上分析科学技术对社会生产力的作用，是强调科学技术对传统生产力三大独立要素（劳动者、劳动资料和劳动对象）的影响与改造，附带地成为这种影响和改造的第一要素，成为与资本、自然力等其他生产要素相比的更重要的要素。科学技术日益成为第一生产力。这样的分析在今天看来已经不足，我们需要寻求新的分析、新的视角。

“科学技术是第一生产力”的命题实际上涉及到三个方面：①科学技术，主要是科学技术的水平和发展；②第一生产力，主要是社会经济的水平和发展，以及成为第一的那些要素是什么；③“是”，主要指“是”为一个转化过程，涉及到科技创新、科学技术与社会经济的结合过程和结合程度，也就是要求紧紧抓住科学技术与社会的协调发展。我们的新的分析，应该建立在这样的细致和深入考察基础上。我们应该紧紧抓住科学技术，抓住科学技术转化生产力的途径和方法，不断创新。

我们不清楚这样的目标是否已经违背了科学技术原初的目标？或

这种背离就是科学技术发展的趋势？科学技术与物质生产力的日益密切的关联是否影响科学技术的文化精神意义以及独立自主特性。也许把科学仅仅当作精神只是一种贵族时代的偏见，而且科学技术在哪个时代不成为生产力呢？它从来都既是全人类的社会生产力，同时又是特定社会或民族国家的社会生产力的组成部分，只不过在不同时代和不同国家它成为生产力或第一生产力的程度不同而已。可见，关于科学技术的第一生产力性质的问题，远没有得到一个满意的解答。马克思主义哲学家们要在这个问题上，结合科学技术的现代发展加以认真、深入地研究，不仅仅是为“科学技术是第一生产力”命题做注解，而是从科学技术本身以及它的经济政治社会影响出发，进行客观研究，给出客观、科学的回应。

（五）兴趣驱动与国家目标问题

兴趣从来都是献身于科学技术事业的一个基本动力，对此在科学家的故事中常常有动人的描绘。但是，当代科学技术表现得绝不仅仅是个人兴趣意义上的小科学，更是国家进行投资、进行协调、进行规划的大科学，乃至国际性合作的大科学。

从近代发达资本主义国家起，到当代各个民族国家，没有哪个国家把科学技术仅仅看成自由的、仅仅从科学家兴趣出发进行研究的、可有可无的事业，而是当作关乎国家根本利益的基本力量与核心要素。其实，马克思主义创始人马克思和恩格斯早就对此有所觉察和认识。马克思指出，科学是不费资本家一文钱的力量。科学与自然力结合，就是生产力最强大的基本要素。

资本主义在自己发展过程中也已经充分意识到科学技术的强大力量。通过专利制度等，资本主义不断的利用科学技术这个革命性的武器。而科学技术不断发展的本性又要求和推动资本主义不断变革它的生产关系和各种经济体制，从而带来了全部社会关系的变革。这种情形早在《共产党宣言》中，在马克思、恩格斯那里就已经得到了反映，而我们今天才真正读懂了它的基本涵义，“资产阶级除非使生产工具，

从而使生产关系,从而使全部社会关系不断地革命化,否则就不能生存下去”。^[9]

为马克思、恩格斯上述论断作出绝好注解的,是大洋彼岸转来的声音:“为了保持美国在科学上的突出成就并推进科学在重大国家利益中的作用,我们必须重新考虑和重新塑造我们的科学政策。国家利益中的每一核心要素,都要求科学研究和教育给予强有力的保证。”^[10]

曼哈顿工程、阿波罗登月计划和人类基因组计划,被称为美国也是人类 20 世纪的大科学工程。每一项工程都需要动员巨大的人力、物力和财力资源,而人类基因组计划实际上已经成为了国际性合作的大科学工程。科学研究和发展(R&D)的全球化已经成为当代科学技术发展的一种基本趋势。

在科学技术与国家目标的联系上,美国在 20 世纪末的新举措可以从如下的报告和文件中得到一些反映:1993 年科学、工程与公共政策委员会同国家科学院、工程院及医学研究院共同发表《科学技术与联邦政府:新时代的国家目标》;1995 年科学、工程与公共政策委员会同国家科学院、工程院及医学研究院共同发表《重塑科学家与工程师的研究生教育》;1994 年克林顿总统和戈尔副总统发表《科学与国家利益》;1996 年国家科学技术委员会发表《技术与国家利益》,等等。^[11]

还值得注意的是,每当国家面临重大挑战时,美国总是以加大基础研究分量、推动竞争前移来进行应战。如下图所示,20 世纪 50 年代以来,美国基础研究的经费比重有两次较大的上升,美国基础研究经费比重从 20 世纪 60 年代以来不断上升的实质是应对原苏联“人造地球卫星”所代表的挑战,20 世纪 90 年代以来的再一次持续上升则是对“冷战”结束以来世界政治和知识经济新时代挑战的应答。

从美国这样的当代世界强国看,基础研究和一般科学研究已经成为保持世界强国领先地位的最重要因素。我们这样的欠发达国家要追赶世界先进国家则更应该重视科学技术的发展和应用。按照欠发达国家追赶的规律,我们应该有所为有所不为,但是凡是与国家利益和命运相关的科学技术,我们必须有所为!在这点上,与科学技术是全人类的

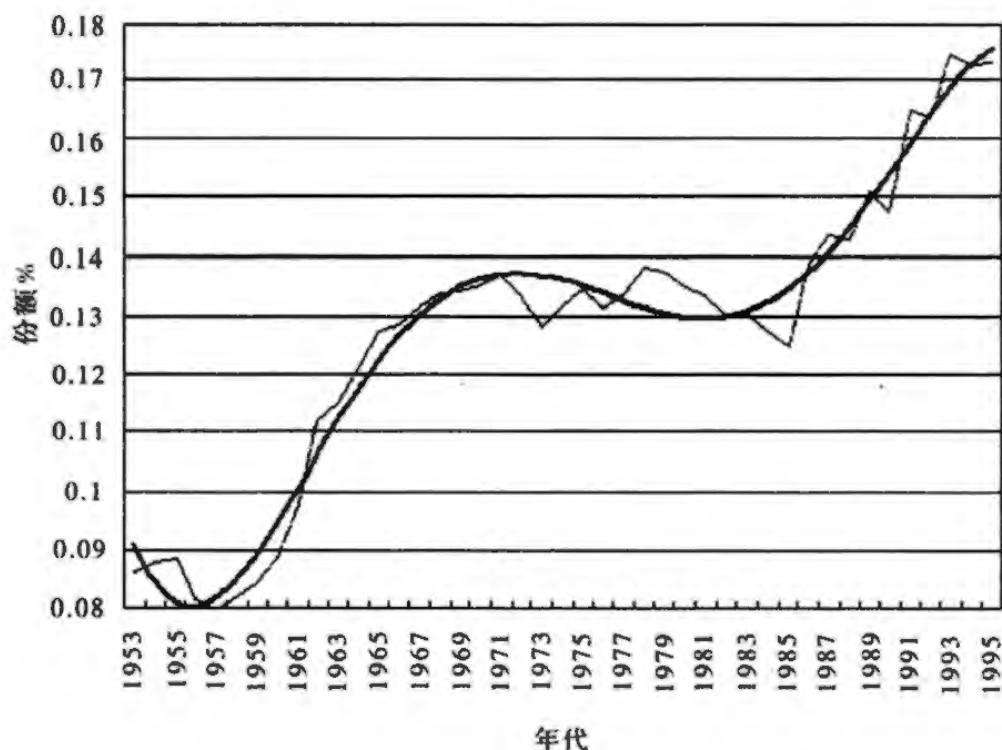


图1 美国基础研究份额演化情况(基础研究/总 R&D)

共同财富的理想观点不同,在现时代,科学技术仍然是带有民族国家的烙印的工具。科学家对此应该持怎样的态度呢?在什么情况下全人类共同财富与科学技术民族化之间才能不存在矛盾和冲突呢?或者倒过来说,什么时候、在什么情况下两者才不矛盾和冲突?两者可以协调一致吗?这些问题如若不清晰,我们在研究上必然陷入尴尬境地。不仅科学家内心会产生巨大冲突,而且国家利益和目标也必定得不到良好的协调和实现。

(六) 知识增长极限问题

20 世纪初期的物理学革命,就已经使人们开始认识到,科学技术的进步不仅是聚沙成塔、归纳式地进步的,而且也可以是突变飞跃的。科学革命,这个长期被承认的理论也可能被发现其不足乃至被推翻。

事实上,整个 20 世纪可以说是一个不断发生着科学革命的世纪,

从天文学、地学、化学、生物学到生理学、心理学,再到工程技术领域,从能源、交通、新材料到海洋技术、空间技术、信息技术、生物技术,都发生了和正在发生着革命性的变革和进步。例如,20 世纪初就发生了物理学革命,相对论和量子力学两个理论体系取代了牛顿经典物理学成为物理学基础理论;20 世纪中叶发生了生物学革命,DNA 双螺旋结构、生命遗传信息密码的发现揭开 20 世纪生物学大发展的序幕。20 世纪最重要的革命是计算机技术科学,自第一代计算机诞生以来,到出现连接全球的 Internet 网,几乎每天、每年都发生着信息领域的革命,这种革命的影响也越来越广泛地深入到人们社会生活和社会文化的方方面面。

在社会经济领域情况亦然,20 世纪上半叶熊彼特从经济学角度提出的创新理论,曾经有相当长一段时间不被主流经济学所承认,而 20 世纪下半叶随着新技术革命的兴起、高新技术产业的迅猛发展,创新经济学成为了显学,从技术创新,发展到科技创新、知识创新、管理创新、制度创新以及国家创新。创新,成为我们时代的特征;创新,成为我们争取较快发展的关键。

但是,所有的发展总是直线式的或增长的吗?20 世纪即将结束时,《科学美国人》资深撰稿人霍根以“科学的终结”为主题,发表了一系列文章,并将这些系列文章集成著作《科学的终结》发表,探讨了各个学科领域的理论停顿和终结问题。^[12]撇开霍根的悲观主义不谈,仅就 20 世纪成为新科学范式的相对论和量子力学而言,在这种范式下的科学研究的确给人以已经无法再走多远的感觉。这种情况与 19 世纪末的状况十分相似。科学的危机就要来临了么?科学认识存在何种意义上的极限?存在具体的极限吗?这个极限能够突破吗?这个问题已经成为国际科学界的一个严肃问题,^[13~15]对这些问题的回答不仅涉及科学技术进步,而且涉及哲学认识论问题。马克思主义哲学不能回避也不应该回避这样的问题,马克思主义哲学更不能机械论地解决这样的问题。深入研究,依据具体科学和哲学通观,深入分析地回答这样的问题,是马克思主义哲学的题中应有之义。

(七) 两种文化分裂与结合、交叉和融合问题

近代科学技术的重要文化后果之一,是出现了所谓的科学文化与人文文化的对立,以致当 20 世纪中叶英国学者 C. P. 斯诺在剑桥大学发表了《两种文化及再谈两种文化》的讲演后,关于两种文化以及如何弥补两种文化之间的鸿沟的讨论就成为经久不息的热烈论题。

两种文化的确存在区别和差异,代表两种文化的基础——两种科学和一种学科即自然科学(包括工程技术科学)与社会科学以及人文学科,也的确存在相当的差别,不承认这些差别是不对的。事实上,不仅自然科学与人文社会科学存在很多差异,就是人文学科与社会科学也存在许多差异。仔细观察和研究,实际上社会科学内部,或人文学科内部都存在许多差异。学科发展产生了多种壁垒,专业分工造成了专业隔膜。两种文化的对立是 19 世纪末,20 世纪前半叶的基本特征。而两种文化的融合则成为秉承 20 世纪下半叶发展的 21 世纪文化的基本特征。

20 世纪下半叶高科技的出现,同时也就意味着“人文文化”批判的兴起。信息化和知识化时代的来临,意味着文化产业将凸现出来,成为国家利益的一个重要方面。高技术如果没有与人本文化接轨,就不会为社会接受,认同。21 世纪的高技术必须充满人文青春活力,以人本主义的面貌、处处考虑人的需要,才能被社会高扬,才能充分发挥其工具理性和科学理性,而不仅仅成为一种社会工具。

21 世纪,我们更应该努力研究自然科学、社会科学和人文学科的各个学科的差异,它们分化的根源,了解这两种文化对社会的价值,不要相互贬损,而要有所分工,从而在根本上对两种文化的发展与演化的轨迹和未来的统一做好工作。自然科学家就像部落的侦察兵,他们的任务是发现,并且猎取猎物,人文学科的专家则像部落的巫师,他们的任务是解释。巫师与侦察兵当然是不同的,但他们都是任何部落不可或缺的。现在的问题上,我们如何既能够研究清晰这种差异的自然性,又能够弥合这种差异的人为性,恰到好处地发挥两种文化的功能,并且

使得两种文化结合起来？换句话说，在何种意义上才是两种文化的结合和最佳结合？科学蕴涵人文精神吗？我们应该把科学和人文安置在社会的何等位置上才是准确的定位？

三、21 世纪：科学技术哲学基本问题

不仅科学技术前沿仍然存在一系列重大问题需要进一步探索，而且就科学哲学和技术哲学领域也存在重要的前沿问题，需要做出解释。马克思主义哲学对此也应该给予高度的关注，因为这些基本问题、重大问题的解决也关系到马克思主义哲学的走向和发展。即便是一些老问题，由于随着科学技术的深入发展，它们也会以新的形式重新出现，如果我们还停留在旧水平、旧材料和旧方法的解释和回应上，是无法令人信服的。

（一）归纳问题

归纳问题，是一个在逻辑上始终没有得到解决的科学哲学问题，逻辑实证主义和其他科学哲学流派对此问题的研究和追问，使得这个问题的意义逐渐得到越来越强的凸显，很明显，就目前水平和研究看，局限在理论或以西方科学哲学的经验事实概念基础上，现在逻辑和经验方面都不能证明归纳问题。逻辑实证主义曾经通过三种方案试图解决归纳问题，但是都无功而返，这第一个方案是强化归纳推理的前提来保证归纳法的有效性，然而它是建立在“自然现象齐一性”等假定前提上的。第二方案是通过归纳原则的建立解决归纳问题的方案，而它也是建立在预设的公设基石上，但是公设假定仍然是存在问题的。第三方案以概率为基础的解决方案，也没有增加归纳的合理性解决。而证伪主义的波普尔曾经利用猜想-反驳程序消解归纳问题，然而这种消解也存在一定问题。看起来我们的确需要跳出西方科学哲学的局限，重新审视归纳问题。归纳方法是科学技术研究一直在使用的基本方法之一，它有效地推进了科学和技术的发展，但是它的逻辑基础是不可靠

的,为什么建立在不可靠的方法基础上的方法却能够有很高的创造力呢?如何解决在不可靠的基点上使得知识越来越走向真理的问题呢?马克思主义哲学的科学哲学应该努力研究这个问题。

(二) 科学实在问题

重要的不是不承认一个外在的客观世界,而是经验事实被归结为人通过仪器或不通过仪器获得的关于外部世界的主观印象和内容,如何与外部世界对应。在原则上,这种对应是不完备的、不完整的、不深入的;在原则上,无法有绝对的对应,这就给认识带来了那个古老而常新的问题:科学的认识和其真理性何以可能?

量子力学测量关于仪器对微观世界的干扰,使得我们无法获得纯粹的客观世界知识,我们如何认识客观世界的问题再次凸显出来。波普尔利用把理论构造为一种猜想,而通过实验进行大胆的反驳和检测导致认识与外部世界嵌合,避免了理论的真理性问题,但是他的理论的基石仍然是实践,而观察渗透理论被提出后,波普尔的基石被动摇了。

弱化实在论的努力,不是一个好的方法,但是如何在强化实在论同时又跳出西方科学哲学的窠臼,马克思主义哲学本来是有自己的优势的,我们认为,解决这个问题的关键,仍然在如何论证实践的绝对性与相对性问题上。

(三) 科学的划界标准问题

目前在中国,由于法轮功问题凸显,伪科学问题才日益受到重视。所谓“伪科学”,就是打着科学旗号的非科学的某种理论、学说。科学与伪科学的关系,本质上是科学划界问题。科学划界问题也与科学实在问题有关,但是它又有自己问题的特殊方面。从西方科学哲学关于科学与非科学的划界标准及其演化来看,西方科学哲学并没有解决好科学与伪科学的划界问题。逻辑实证主义把经验证实作为科学划界的标准,而证伪主义划界标准是经验证伪。历史主义科学哲学提倡相对主义的划界,科学哲学中的无政府主义则放弃划界,

认为怎么都行。后现代哲学则主张多元标准。这些理论中当然也都有有一些合理成分,但是如果每一个理论都有合理成分,然而又在基本方面具有不合理性,那么,如何整合这些合理成分,而剔除不合理方面呢?例如,凡是能够被经验证实的即是科学,凡是不能够被经验证实的就不是科学,这样的逻辑实证主义划界标准,它有其合理方面,即它以经验为评判基石,但是恰恰就是经验这个基石出了问题,因为经验被西方科学哲学放置在人的主观领域,由于观察渗透理论,经验不可避免地受到理论的污染,受到人的主观方面的影响,因此,经验检验就成了用另一个背景理论检验当下理论。于是划界进一步被削减为两个理论的比较,这当然是一个问题。再如证伪主义的划界标准,是以一个理论是否能够最终地在原则上以经验的可证伪性为原则的。在这样的标准下,最终任何一个科学理论都应该被经验所证伪,这是什么意思呢?即一个科学的理论最终都会转变为非科学的理论,那么这个理论在被证伪的那一刻,它是科学呢还是非科学呢?

马克思主义哲学曾经用实践作为检验真理的惟一的最终的标准解决这个问题。但是,第一,不仅任何具体的实践是存在局限性的,因此,不可能一次完成检验,而且这种检验也就有了实用主义的嫌疑;第二,实践如同更狭义意义上的观察一样,也是渗透着背景理论的,因此这种检验也具有理论检验理论的特点。因此,如何说清楚马克思主义哲学的这个基本观点,并且在新的科学技术条件下说清楚关于实践是第一的观点,也是马克思主义哲学的重大问题。

另外,在实践上,伪科学之所以非要打科学的旗号,也与我们不适当地宣传科学,把科学等同于真理,等同于正确有关。我们在社会上已经通过媒体把科学变化为一种话语的霸权。须知科学是可错的,科学有自己适用的范围,一旦离开这个范围,科学可能就转变为谬误。由于把科学在社会上树立为一种一贯正确的形象,我们形容任何正确的东西,常常标榜它是科学的。这种视科学为惟一正确性的观点,实际上不利于科学的发展,也不利于马克思主义哲学的发展。当代马克思主义

哲学应该能够和更好地回答科学本性和划界问题,从而推动马克思主义哲学以及整个哲学研究的发展。

(四) 知识建构问题

当代科学知识社会学越来越强的一个观点就是把知识看成是一种社会建构的结果。所谓知识的社会建构,就是(在其弱化的立场上)指知识不是对客观世界的纯粹的反映,而是科学家或其共同体在社会互动过程中主动构造出来的产物。科学知识社会学这种研究是通过考察科学家实验室活动研究而得出的结论。的确,科学家在主动探索未知世界的时候,预设是不可避免的,但是在研究中,科学家的结论应该受到科学共同体的集体检验,科学家就是利用这种社会学意义上的本质上又是实践范畴的检验来保障科学知识的客观性的。知识的建构性的确存在,知识的客观本真性也可以得到保障,这可能是知识演化中的两个重要方面,我们过去忽视这种知识演化的复杂性问题,而机械地对待之,甚至一出来知识社会学关于知识建构论的观点,马上就以带帽子的方式进行批判。我们认为,这是机械论的观点,这种武断的、机械的批判不仅不利于而且有损于马克思主义哲学的发展,吸收知识社会学构建观点的合理性,把知识建构与知识反映问题看成一个复杂性的知识演化过程,可能是一个更好的研究角度。马克思主义哲学不能放弃这种努力和回应。

四、结语:在科学技术与社会的强烈互动和共同繁荣的时代推动马克思主义哲学的发展

当代科学技术与社会的运行中出现了不少问题,产生了诸多需求,这里既有科学技术发展引发的社会问题,也有发展科学技术需要解决的社会问题。既有社会对科学技术的需求,也有科学技术对社会变革的需求。这对正确地制定发展战略和决策,对于自然科学技术与人文社会科学的协调发展以及推动马克思主义哲学有诸多重要启示。

（一）一个科学技术与社会强烈互动的世纪，需要马克思主义哲学理论回应

21 世纪，是一个科学技术与社会发生着强烈的复杂的相互作用的世纪。

正因为如此，在 21 世纪即将来临之际，世界各国、各种国际组织都纷纷行动起来。日本从技术立国到科技立国进而提出来科技创新立国；美国发表了如前所述的一系列重要文件和报告；OECD 于 1995 年启动国家创新系统研究项目，1996 年发布《以知识为基础的经济》的报告，1998 年发表《变化中的大学研究》、《全球研究村》，1999 年发表《社会科学处在转折点上吗？》等。这些文件和报告，都将发展知识经济、建设国家创新系统，注意人力资本开发和大学功能的转变，增强国家竞争力和可持续发展能力，放在关注点的首位。世界各国都力图通过对科学技术与社会的复杂相互作用的深入研究，剖析这种复杂相互作用的机制和途径，并权衡利弊、在多种可能性中作出抉择，制定发展战略，从而通过自然、科学技术与社会的协调发展而促进综合国力的提高，反过来又促进自然、科学技术和社会的协调可持续发展。

联合国教科文组织(UNESCO)的举措也是具有代表性的。1999 年 6 月 25 日至 7 月 1 日，UNESCO 和国际科学理事会(ICSU)组织了高层次大型会议：“21 世纪的科学：一个新的承诺”。会议的主题就是科学技术与社会特别是科学与发展的关系。会议通过的两项重要文件：《关于科学及科学知识使用的宣言》和《科学行动议程框架》。前者提出了 21 世纪科学与社会所应有的关系，以及科学维护世界和平，促进经济、社会发展的目标；后者提出了实现这些目标的方法和行动准则。

对于正在迅速崛起的中国，在新世纪来临之际，我们既面临着新的机遇，也面临着严峻的挑战。人口的压力、人口素质的压力、环境的压力、资源的压力、东西部发展差距的压力、贫富差距拉大的压力，还有信息知识化的压力、科学技术 R&D 和高科技产业全球化的压力，都使我

们面临着工业现代化和知识经济时代的双重严重挑战。

我们现在已经清楚地认识到,要解决这些问题,都离不开科学技术与社会的协调相互作用。为此,我们必须一方面坚持马克思主义哲学的基本理论,另一方面丰富和发展“科学技术是第一生产力”论、科教兴国论、可持续发展论、创新发展论,大力发展科学技术,大力建设好有利于科学技术进步以及将科学技术转化为现实的生产力的社会、经济和政治运行机制和文化氛围,从而争取将科学技术更好更快地转化为社会进步和发展的现实动力,成功地实现跨越式发展,应答时代的挑战。

科学技术从来都是社会中的科学技术,是人的能动性创造之中的科学技术,科学技术与社会的关系是复杂的,国家创新系统中的种种相互作用也是复杂的,技术创新的成功实现同样涉及到创新网络中的复杂相互作用。我们认识到,科学技术在社会中的运行往往有多种可能的途径,不同的运行机制往往有不同的社会后果,产生出结果大不一样的、甚至截然相反的社会后果。

要更好地发展和利用科学技术,就要深入地认识和理解科学技术与社会互动的辩证法,就要深入地研究当代的处于不断发展之中的科学技术与社会的关系,包括科学技术在社会中运行的机制、途径和文化氛围、制度要求以及社会需要科学技术发挥作用的机制、途径和文化氛围、制度要求等。这些问题应该是马克思主义哲学理论研究的题中应有之义。只有深刻地、理论结合实际地认识和理解这种关系,进而正确地处理和利用这种关系,才能更快更好地推动我们社会的可持续发展。这样的社会,提供给我们强烈的研究需要,马克思主义哲学应该对这些新的关系和互动的进行深入研究,只有这样才能使得马克思主义哲学真正成为我们社会发展的指导思想的理论基础。

(二) 一个科学技术与人文社会科学共同繁荣的世纪,需要马克思主义哲学的回应

21 世纪,将是一个科学技术与人文社会科学可能共同繁荣的世纪。之所以说是一个可能共同繁荣的世纪,是因为存在两种可能性。

搞得不好,两者确实实现了共同繁荣,而搞不好,则可能出现相互损害的情况。为此特别需要在哲学上进行论证,找出结合和共同繁荣的途径。

一个科学技术与社会发生强烈相互作用的社会,必定要求自然科学与人文社会科学共同进步,也应该实现这种互动的协调发展。过去,西方马克思主义和其他西方流派对科学技术与人文社会科学之关系的解读做出了许多误读;今天,马克思主义哲学不应该再把这个权力拱手让给它们,马克思主义哲学应该对这种强烈的互动和共同繁荣做出理论回应。

为了深入地研究科学技术与社会互动中的种种问题,不仅需要从种种软科学的角度进行研究,还需要从科技哲学、科技社会学、科技经济学、科技史、科技文化诸方面进行研究,同时也需要研究一般哲学、经济学、社会学、历史学、文化学诸方面。只有这样,才能把我们的发展战略制定和决策建立在坚实的学术研究基础之上。这就要求,人文社会科学进一步繁荣与发展。马克思主义哲学是最注重实践或改造世界的,这种要求是符合马克思主义哲学要求的,在这种整合的研究过程中,我们相信,它必定会推动马克思主义哲学的丰富和发展。

我们现在都熟悉了 OECD 的《以知识为基础的经济》、《国家创新系统》等阐述科学技术与经济相互关系的报告。其实,OECD 同时高度关注着社会科学,1999 年,OECD 的科学技术政策委员会举办了中心议题为“社会科学处在转折点上吗?”的会议,特别关注社会科学中的交叉学科的兴起,以及信息技术对于社会科学的重要意义,并讨论了目前诸如对于社会科学的资助等紧迫问题。

科学技术在社会中运行,因此也就受到社会中有形的结构和机制的制约。为了更快更好地发展科学技术及推动科学技术与经济的结合,必须有相应的制度创新作为保障。从最根本上讲,生产力是社会发展的最积极最活跃的因素,从现实的科学技术在社会中运行来讲,生产力的提升是在与之相应的经济制度相互作用中实现的。迎接知识经济,大力加强技术创新,建设和完善国家创新系统,是实现生产力提升的必要制度保证。国家创新系统是诸方面因素的结合,包括技术创新、

制度创新、管理创新和知识创新的整合和互动,还包括创新文化、创新人才、创新机制和创新管理的集成。由于现代化是一个呈现持续性动态调整与适应的过程,因此,制度创新绝非一劳永逸的事,人文社会科学有责任持续供给社会动态的分析、制度合理性的设计和制度合法性的论证。对此,哲学也是同样责无旁贷,马克思主义哲学更是责无旁贷。

科学技术在社会中运行,同时还受到社会中无形的文化氛围的制约。科学技术会导致社会文化后果,科学技术也会受到社会文化的塑造。社会文化与科学技术的运行,是一枚硬币的两面。没有社会文化框架,科学技术活动无法运行。科学技术不在优秀的社会文化背景下运行,就是在恶劣的社会文化背景下运行;不注意社会文化,科学技术就可能被错误使用或滥用。同样,要建设和发展创新文化,一个重要的方面是要倡导科学精神,同时也要抵制伪科学,批判揭露和清理种种封建迷信及其现代翻版。科学技术的发达,是战胜迷信、愚昧的有力的武器。但是,只有科学技术和人文社会科学协同作战,才能更好地战胜愚昧和迷信。对此,马克思主义哲学只有通过科学本质的解读,才能在源头上把愚昧和迷信的本质揭露出来。

面向以科学技术知识为核心的知识经济时代,我们既面临着机遇,更面临着挑战。为了抓住机遇,迎接挑战,就要把握宏观大势,就要有一系列可操作的、制度性的变迁以及文化氛围作为保障。但是,它们都离不开以学术研究、战略性研究为基础的知识储备,离不开对当代科学技术与社会关系的方方面面的深入的前瞻性研究,也离不开对科学技术与人文社会科学互动机制的深入认识,因此就需要科学技术与人文社会科学两个车轮共同前进。

21 世纪,这个星球正在变成数字星球,我们所发明的高新科学技术正在使这个星球变成赛博空间,我们更应该高度关注科学技术与社会的相互作用,我们有责任以科学理性、人类关爱和社会责任,以及高度发达的科学技术保护这个美丽星球,它不仅是人类的家园,而且是地球所有生命的家园,这是我们科学家、工程师和人文社会科学家以及一

切知识分子的最大社会责任,同时,对这一切责任的背后所蕴涵的深厚哲学底蕴,马克思主义哲学不是也应该给出本质的回应吗?!

注释与参考文献:

- [1] <http://www.eb.com>
- [2] <http://www.apnet.com>
- [3] <http://www.tsinghua.edu.cn/gt355-1.lib>
- [4] 包括 *Science* 1999, April 2, *Science*, 1999 March 2, *Science*, 1999 April 16, *Science*, 1999 June 16 各辑
- [5] 吴彤. 复杂性和非线性研究及其哲学问题评述. *哲学动态*, 1999(12): 31~34; 吴彤. “复杂性”研究的若干哲学问题. *自然辩证法研究*, 2000(1)
- [6] 苗东升. 论复杂性. *自然辩证法通讯*, 2000(6)
- [7] 见林德宏. 哲学应该研究复杂性. *南通师范学院学报(哲社版)*, 2000(1)
- [8] 王文清. 生命起源中的对称性破缺. 见: 21 世纪 100 个科学难题. 长春: 吉林人民出版社, 1998, 685
- [9] 马克思, 恩格斯. 共产党宣言. 见: 马克思恩格斯选集(第一卷). 北京: 人民出版社, 1975, 254
- [10] 克林顿. 科学与国家利益. 北京: 科学技术文献出版社, 1998, 10
- [11] 《科学技术与联邦政府: 新时代的国家目标》、《重塑科学家与工程师的研究生教育》、《科学与国家利益》、《技术与国家利益》等重要文献已经由我们组织编译成为中文图书, 由科学技术文献出版社在 1998 年以“科教兴国”译丛出版
- [12] John Horgan. From Complexity to Perplexity, *Scientific American*, 1995, 6, 272: 104~109. 以及霍根. 科学的终结. 北京: 远方出版社, 1997
- [13] Martin Carrier, Gerald J. Massey, and Laura Ruetsche edited, *Science at Century's End, Philosophical Questions on the Progress and Limits of Science*, University of Pittsburgh Press, 2000
- [14] Nicholas Rescher. *The Limits of Science*. University of Pittsburgh Press, 1999
- [15] 约翰·巴罗. 不论——科学的极限与极限的科学. 上海: 上海科学技术出版社, 2000

20 世纪后半叶中国自然科学哲学问题 研究的历史、现状和若干问题思考

吴 彤

(清华大学科学技术与社会研究中心, 北京: 100084)

一、文献比较: 国内和国外自然科学哲学问题 研究当前趋势

纵观近年来中国科学哲学研究走向, 有许多人提出来了这种或那种转向, 如技术转向^[1]、语言学转向^[2,3]、解释学转向、科学修辞学转向^[4]等等, 不一而足。所有这些都紧跟国外科学哲学研究趋势的研究, 都在努力使得中国科学哲学的研究与国外同行的工作接轨, 这是非常好的一件事情。但是, 比较一下中国和国外科学哲学刊物中的研究文献, 则会发现, 有一个我们与国外同行最大的研究差距被忽略了, 那就是自然科学哲学问题研究。这个研究在国外科学哲学中是主流(不仅在文献数量上是如此), 而在国内则成为非主流。

首先自然科学哲学问题研究是不是西方科学哲学研究的主流, 我们许多人是不清楚的。需要先予以说明。

博伊德(Richard Boyd)、加斯珀(Philip Gasper)和特劳特(J. D. Trout)主编的《科学哲学》由两个部分组成: 第一部分由一般科学哲学的理论构成, 第二部分则由具体科学的哲学构成。第二部分包括多个方面, 其中以物理学哲学、生物学哲学和生理学哲学为主, 还包括了社会科学哲学等内容。第二部分由三个导言和自第 25 章到 41 章(463~774 页)的共 20 个独立章节组成(共 311 页。第一部分即一般科学哲

学论述虽然占了 462 页,但是其中许多论述部分仍然以具体科学哲学为研究对象或剖析问题的案例,如奎因的第 14 章,福多的第 23 章等)。^[5]克伦克(E. D. Klemke)等人提出的当代科学哲学关心的 17 个领域议题中第 8 个和第 9 个,就是“物理科学中的哲学问题”(philosophical problems of physical science)和“生物学与心理学中的哲学问题”(philosophical problems of biology and psychology science)。^[6]那么这两个领域在研究中占了西方科学哲学研究多大分量或多大比例呢?让我们先用数据说话。

我们首先通过一些知名科学哲学杂志刊载文献的类别进行比较。当然,在比较前,还需要对什么是一般科学哲学和什么是具体科学哲学问题研究进行界定。我们界定一般科学哲学类文献主要是研究科学说明、预测、科学理论评价和进步以及科学发展模式,或研究某些著名科学哲学家思想和理论的文章;而具体科学哲学问题研究文献为研究各门具体科学(包括数学以及逻辑)的学术研究文献。其次,在方法上,我们以三个著名国外科学哲学刊物(*Philosophy of Science*, *The British Journal for the Philosophy of Science*, and *Journal for General Philosophy of Science*)为研究对象,国内文献则以《自然辩证法通讯》和《自然辩证法研究》为研究对象。

首先统计 *Philosophy of Science* 的文献。

在 *Philosophy of Science* 上^[7],我们统计了 2000 年第 67 卷各期的文献。其中第一期中有 9 篇文章,只有 1 篇涉及一般科学哲学的文献“*How Natural Can Ontology Be?*”,比例为 11.1%;第二期上也有 9 篇文章,主要是以史密斯(J. M. Smith)的“*The Concept of Information in Biology*”为主要靶子文章,然后有 3 篇评述文章,评述文章后还有史密斯的 1 篇回应文章。除此之外,涉及一般科学哲学如实在论的文章有 1 篇。比例也是 11.1%;第三期 9 篇文章中仅有 1 篇文章涉及一般科学哲学,但是该文(*The Anticipation of Necessity: Kant on Kepler's Laws and Universal Gravitation*)仍然是从案例研究入手,具体讨论了哲学家如何看待自然科学家作出的定律的。所以,高算一般科学哲学文献比例也是

11.1%；第四期上 9 篇文章中，有 3 篇涉及一般科学哲学，其中 1 篇题目为“科学中的归纳风险和价值” (Inductive Risk and Values in Science)，1 篇为“对于科学哲学的仲裁” (Referees for Philosophy of Science)，还有 1 篇专门讨论了“忽视科学的科学哲学” (Philosophy of Science That Ignores Science)。后两篇文章至少最后 1 篇文章批评了科学哲学忽视科学的倾向。^[8] 因此，就一般科学哲学文献比例而言，应该算 1 篇，则该比例仍然是 11.1%。所以，在 *Philosophy of Science* 上，一般科学哲学研究文献所占全部科学哲学研究文献比例的 11.1%。是全部三种国外科学哲学期刊统计杂志中比例最低的。

其次统计 *The British Journal for the Philosophy of Science* 的文献。

在 *The British Journal for the Philosophy of Science*, Volume 51, Issue 1: March, 2000 上，共有 5 篇论文，3 篇讨论文章，5 篇评论性文章。5 篇论文均为具体科学的哲学问题研究文章，3 篇讨论文章中有 2 篇是关于归纳问题的讨论文章，应该归于一般科学哲学类，5 篇评论文章中有 2 篇是关于因果关系的，1 篇是关于后现代主义的科学观的，应该归于一般科学哲学类，这样在 13 篇文章中共有 5 篇文章可以归类一般科学哲学，所占比例为 38.5%；如果仅计论文类，比例为 0。

在 *The British Journal for the Philosophy of Science*, Volume 51, Issue 2: June, 2000 上，共有 4 篇论文，有 1 篇涉及一般科学哲学，在 9 篇评论性文章中，有 2 篇涉及一般科学哲学，另外有 1 篇讨论涉及数学哲学问题。这样在总共 14 篇文献中有 3 篇涉及一般科学哲学，所占比例为 21.4%。如果仅计论文类，比例为 25%。

在 *The British Journal for the Philosophy of Science*, Volume 51, Issue 3: September, 2000 上共有 3 篇论文，没有一般科学哲学的文章；有 2 篇讨论文章，也没有一般科学哲学文章；11 篇评论性文章中也没有 1 篇一般科学哲学文章。因此这期一般科学哲学文章比例为 0。

在 *The British Journal for the Philosophy of Science*, Volume 51, Issue 4: December, 2000 上，共有 13 篇论文，由于本期刊物主要带有回顾和总结性的特点，所以其中有 4 篇一般科学哲学论文，这 4 篇论文大

多数是对实在论争论、范·弗拉森理论、认识论等争论问题进行综述的论文；另外 16 篇评论文章，大部分也都是具体科学哲学问题研究的书籍和文章评论，如果算一般科学哲学文章也只有 3 篇。这样在总共 29 篇文献中有 7 篇涉及一般科学哲学，所占比例为 24.1%。如果仅计论文类，比例为 30.7%。

总结 2000 年度 *The British Journal for the Philosophy of Science* 杂志上一般科学哲学文章占全部论文比例为 15 : 72, 即 20.8%；一般科学哲学论文占全部论文比例为 5 : 25, 即 20%。

在 *The British Journal for the Philosophy of Science*^[9], Volume 52, Issue 1; March, 2001 上, 即 52 卷 1 期上共 7 篇文献, 2 篇回应, 10 篇评论, 从题目所论来看, 共有 1 篇涉及社会哲学, 1 篇涉及逻辑哲学, 2 篇涉及物理学哲学, 1 篇涉及认知科学哲学, 2 篇涉及一般科学哲学。评论文章 4 篇涉及数学哲学(包括计算和复杂性混沌), 2 篇涉及认知哲学, 1 篇涉及知识社会学理论, 2 篇涉及生命科学哲学, 1 篇一般科学哲学。2 篇回应其中 1 篇涉及遗传学, 1 篇似乎涉及航天。一般科学哲学在 19 篇文献中共有 3 篇, 比例为 15%。如果仅计论文文献, 比例则为 28.5%。

The British Journal for the Philosophy of Science 52 卷 2 期共 5 篇文献, 8 篇评论, 从题目所论来看, 共有 1 篇涉及社会哲学, 1 篇涉及物理学哲学, 2 篇涉及认知科学哲学, 1 篇涉及一般科学哲学。评论文章 4 篇涉及一般科学哲学, 3 篇涉及物理学哲学, 1 篇涉及数学哲学。一般科学哲学研究文献总体比例为 38.4%, 如果仅计论文文献, 比例为 20%。

The British Journal for the Philosophy of Science, 52 卷 3 期共 4 篇文献, 8 篇回应文章, 其中论文文献中 2 篇逻辑哲学, 1 篇物理学哲学, 1 篇人物哲学思想。8 篇回应文章中, 3 篇一般科学哲学回应文章, 另有涉及数学、生命、认知、心智和复杂性的科学哲学各 1 篇。一般科学哲学研究文献总体比例为 25%, 如果仅计论文文献, 比例为 0。

The British Journal for the Philosophy of Science, 52 卷 4 期共 7

篇文献,4 篇评论文章,其中论文文献中有 2 篇数学逻辑哲学、1 篇物理学哲学、1 篇复杂性哲学思想、1 篇生物学哲学、2 篇一般科学哲学文章、4 篇评论文章中有 2 篇一般科学哲学评论文章,2 篇物理学哲学评论文章。一般科学哲学研究文献总体比例为 36%,如果仅计论文文献,比例为 28%。

这样 *The British Journal for the Philosophy of Science* 52 卷(2001 年)1~4 期共 55 篇文章,其中一般科学哲学文章 15 篇,所占比例为 27.27%。而如果仅在论文(不包括评论和回应文章)中进行统计,那么 4 期中共有 23 篇文章,其中一般科学哲学文章仅有 5 篇,比例约为 21.7%。反过来看,数学、逻辑问题研究和自然科学哲学问题研究的文章所占比例约在 70%~80%之间。另外,我们对 1996—2001 年的该杂志的情况也进行了统计分析(见表 1):

表 1 *The British Journal for the Philosophy of Science* 发表论文统计

卷(年)	期次	具体研究 (篇)	一般研究 (篇)	具体研究篇数与总篇数之比	
				比例	百分比(%)
47(1996)	1~4	42	17	42 : 59	71.2
48(1997)	1~4	46	14	46 : 60	76.7
49(1998)	1~4	29	11	29 : 40	72.5
50(1999)	1~4	46	10	46 : 56	82.1
51(2000)	1~4	57	15	57 : 72	79.2
52(2001)	1~4	39	16	39 : 55	70.9

最后统计 *Journal for General Philosophy of Science* 的文献。

在 *Journal for General Philosophy of Science*, Vol. 31, No. 1 (2000) 上,共有 15 篇文章,其中除会议综述 2 篇、书评 1 篇和征文 1 篇外,11 篇文章中大概可以归到一般科学哲学的有 4 篇,比例为 36.3%。

在 *Journal for General Philosophy of Science*, Vol. 31, No. 2 (2000) 上,共有 10 篇文章,其中可以归类到一般科学哲学的约有 3~4

篇,比例约为 40%。

现在略作小结。三种期刊三种情况,*Philosophy of Science* 含一般科学哲学文章的比例最低,接近 10%;*The British Journal for the Philosophy of Science* 含一般科学哲学文章的比例居中,接近 20%;*Journal for General Philosophy of Science* 含一般科学哲学文章的比例最高,接近 40%;但所有科学哲学期刊中刊载一般科学哲学文章都低于 50%。换句话说,我们可以下这样的断言,自然科学哲学问题研究在西方科学哲学中就其发表物看是科学哲学研究的主流。

其实,我们并没有统计 *Studies in History and Philosophy of Science* 的情况。该杂志的文章分为三类:A 类以一般科学哲学为主;B 类主要是现代物理科学哲学;C 类则是生命科学哲学。就是在 A 类里,同样包含着具体科学哲学研究,例如,31 卷第 1 期(2000 年)中,7 篇文章(包括 3 个讨论)就包含了 2 篇具体科学哲学问题的研究(就这期论文看,一般科学哲学和具体科学哲学的文章各占 50%)。而 B 和 C 类更是直接以具体科学哲学问题为对象的。

数据统计和分析表明自然科学哲学问题研究或具体科学哲学问题研究是西方科学哲学研究的主流。

再看我们的情况。

我们先看《自然辩证法研究》,这是中国自然辩证法研究会会刊,所刊载的文章类别较多。按照成素梅、宋艳琴的分类,所有文章被分为 6 类:STS、科学史、自然科学哲学问题研究(包括自然哲学)、科学哲学、学科建设和方法论。从这种分类本身中也可以看出一些问题,例如,把科学哲学与自然科学哲学问题研究分成不同的类,已经说明了在中国学者心目中,自然科学哲学问题研究不是科学哲学研究。当然中国自然辩证法传统下的自然科学哲学问题研究与西方科学哲学中的特殊科学或具体科学哲学问题研究有差异,但是这种差异主要是传统、范式和研究方法的差异,而不是问题研究的差异。按照她们的统计,自 1985 年起到 1997 年止,自然科学哲学问题(含自然哲学)论文分别占全部期刊文章的百分比为^[10](见表 2):

表 2 自然辩证法研究 1985—1997 年各期自然科学哲学问题研究文章数和所占比例

1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
15	13	17	11	17	5	40	24	20	49	20	20	31
24%	25%	30%	19%	28%	9%	33%	16%	13%	33%	14%	12%	16%

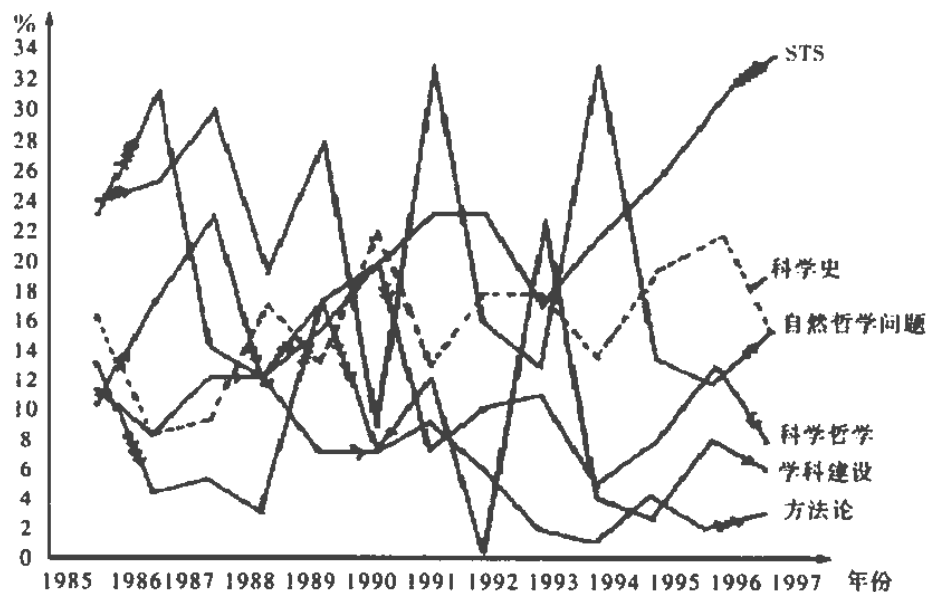


图 1 自然辩证法研究各类文章发表物曲线

(成素梅等,注释与参考文献^[10])

从表 2、图 1 统计看,《自然辩证法研究》关于“自然科学哲学问题”研究论文大致有 4 个高峰期,它们分别出现在 1987 年、1989 年、1991 年、1994 年。其中最高比例也就是 33%,即占全部文章 1/3 左右。但是这都是个别现象,因为在上表中与这些高峰邻近的比例都立刻跌落下来,在 10%~20%之间。这与国外科学哲学研究中具体科学哲学问题与一般科学哲学研究比例正好倒个个儿。而且这个比例可能偏高,因为它还含着自然哲学研究,而这种研究在中国大部分都是一般性的研究。但是在统计中全部论文又包括了非科学哲学类,如 STS、学科建设和科学史等,因此统计比例也可能偏低。为此,我们专门对《研究》的 1999 年、2000 年和 2001 年各期进行了细致分析,结果发现,在“科学哲学”、“自然哲学”、“问题讨论”栏目中均含有“自然科学哲学问题”

研究类别文章,1999年这三类文章总共56篇,其中可属于“自然科学哲学问题研究”的文章有15~17篇,比例为26.8%(低)或30.3%(高);2000年这三类文章总共61篇,其中可属于“自然科学哲学问题研究”的文章18~19篇,比例为29.5%(低)或31.1%(高)。2001年这三类文章总共61篇,其中可属于“自然科学哲学问题研究”的文章13~14篇,比例为21.3%(低)或23%(高)。可见成素梅等人的统计大致是有信度的。成素梅等人甚至把1/3的自然科学哲学问题研究都称为是中国科学哲学研究中多的类别。

我们再看《自然辩证法通讯》,这是中国科学哲学重要刊物,自1981年第2期开始在栏目上有了分类(较稳定的栏目主要有:科学哲学、科学社会学与科技政策、科学技术史、人物评传、问题讨论和科学前沿,以及一些不稳定的学风讨论、学术动态、教学研究和读者编者等栏目)。涉及自然科学哲学问题研究的文章主要集中在科学哲学、科学前沿和问题讨论栏目里。为了与国外统计口径一致,我们仅以1982年(因为1981年不全)、1991年和2000年全年科学哲学、科学前沿和问题讨论栏目发表物作为科学哲学研究发表物代表进行统计。

1982年全年《自然辩证法通讯》共6期,科学哲学等栏目发表文章共20篇,其中具体科学哲学文章14篇,占比例为70.0%。这个时期还是自然科学哲学问题研究的高潮期。

1991年全年该刊共6期,科学哲学等栏目发表文章共17篇,具体科学哲学问题研究文章共6篇,占比例为35.3%。这个时期自然科学哲学问题研究已经成为中国科学哲学研究的非主流了。这个时期中国科学哲学研究主流是介绍西方科学哲学的研究成果和流派。

2000年全年该刊仍然为6期,科学哲学等栏目发表文章共22篇,具体科学哲学问题研究文章共8篇,占比例为36.3%。这个时期成为自然科学哲学问题研究的一般时期。

当然,也有个别例外,如1994年第1期,科学哲学栏目共4篇文章,其中具体科学哲学研究文章占了3篇,如曹天予的《基础物理学的变革及其与境》、刘辽的《有生于无——现代量子宇宙学对老子哲学的

回归》、李平的《生物进化认识论概述》。1995 年第 5 期,4 篇文章中也有 3 篇具体科学哲学研究文章,如关洪的《因果性与关联》、李莉的《对量子力学互补性诠释的理解》、刘辽的《“今日适越而昔来”新释》。1996 年第 5 期也比较集中地刊登了 3 篇具体科学哲学研究文章:关洪、成素梅、卢遂现的《微观领域中的因果性和关联》、龚明《直观性与量子力学》、邬焜的《与熵相关的几个概念的科学含义的辨析》。偶发的具体科学哲学发表物高峰实际上在一定程度说明自然科学哲学问题研究的困难程度较大,平均发表一篇文章的周期较长。这种情况在《自然辩证法研究》上也同样有所反映。

其实,并非所有中国学者没有意识到自然科学哲学问题研究是科学哲学研究的主流。在中国自然辩证法领域工作多年的龚育之早就指出:“向多方面广泛开拓的自然辩证法研究,其核心部分,当然还是关于数学和各门基础的自然科学的哲学问题的研究。”^[11]在总结新中国哲学研究状况时,陈筠泉在《新中国社会科学五十年》中哲学进展部分也写道:“研究科学技术中的哲学问题,最基础的研究是数学和理论自然科学中的哲学问题,特别是科学前沿的哲学问题。”^[12]

二、过程描述:中国自然科学哲学问题研究回顾

关于中国自然科学哲学问题研究的缘起,于光远、龚育之和各种有关回顾文献都有论述,本文不再赘述。在中国关于“自然辩证法”的研究最早就相当于数学和自然科学中的哲学问题研究。有一个证明,那就是 1956 年制定的哲学和社会科学的 12 年规划时,其中自然辩证法规划名称就是《自然辩证法(数学和自然科学中的哲学问题)十二年(1956—1967)研究规划草案》^[13]。该规划拟订了 9 类题目,其中 6,7,8 类分别涉及数学、物理学、化学、天文学、生物学、心理学中的哲学问题研究^[14]。这表明,从一开始新中国自然辩证法研究的传统就是自然科学哲学问题的传统,而且对这个领域研究重要性的认识一点也不比西方差。

当然,在 20 世纪 50—60 年代,自然辩证法领域的研究有一个追随

苏联研究的过程,期间还发现这个研究与马克思主义意识形态密切相关。因此,在50—60年代,大量的研究是讨论科学与哲学的相互关系研究。这个阶段过去后,中国自然辩证法界的工作者在关于自然界的辩证法研究方面做了一些工作,其中比较重要的包括关肇直的《论数学的对象》,朱洪元和罗劲柏论述宇称守恒定律的文章(《自然辩证法研究通讯》1957年第3期,1958年第1期),赵慕愚论述质变、相变和相平衡的文章(《自然辩证法研究通讯》1959年第4期,《新建设》1963年第2期),杨钟健关于古脊椎动物研究的哲学问题文章(《科学通报》1960年第8期),陈国达关于地质哲学问题研究文章(《科学通报》1960年第8期)等。^[15]另外这个时期还翻译了大量与具体科学哲学研究有关的著作。

“文化大革命”后,关于自然科学哲学问题的研究一度成为中国自然辩证法研究的主流,其中比较重要的论文集有《科学前沿的哲学探索》^[16]、《现代自然科学的哲学问题》和《现代科学的哲学争论》。^[17]另外还发表和出版了一些重要的分科研究成果,如《数学哲学新论》(郑毓信,江苏人民出版社1990年)、《非线性科学中的哲学问题》(林夏水,《哲学研究》1997年12期,第48~55页)、《天文学和哲学》(戴文赛、王绶官、殷登祥等,中国社会科学出版社1984年)、《物理学理论的结构和拓展》(洪定国,科学出版社1988年)、《分子生物学中的哲学问题》(胡文耕,天津人民出版社1982年)、《耗散结构论》(沈小峰、胡岗、姜璐,上海人民出版社1987年)、《自组织的哲学》(沈小峰、吴彤、曾国屏,中共中央党校出版社1992年)、《人工智能的认识论问题》(张导刚、刘海波,人民出版社1985年)等。可以说关于自然科学哲学问题的研究,在中国有过辉煌过去。特别是在“文化大革命”后的20世纪80—90年代,中国自然辩证法的较早一代学者主要是在这个领域进行工作,其成果也多表现为自然科学哲学问题研究。其中比较著名的学者,如沈小峰(耗散结构理论哲学问题研究)、洪定国(粒子物理学哲学问题研究)、关洪(量子力学哲学问题研究)、薛晓舟(粒子物理学哲学问题研究)、胡文耕(分子生物学哲学问题研究)、魏宏森(系统科学哲学和方法论研

究)、苗东升(系统科学哲学和复杂性)等人,一直在这个领域勤奋耕耘,其工作和成就曾经为中国自然科学哲学问题研究开拓了方向,并影响波及了相当长时间。

20 世纪 90 年代中期以后,自然科学哲学问题研究在中国开始衰落下去。除了大量研究转向到以西方科学哲学的介绍和评述以及研究为主外,自然辩证法研究领域的扩展,如科学技术与社会的研究,科技管理、科技政策研究等也吸引了大批学者,使得自然科学哲学问题领域研究者越来越少,特别是优秀的学者越来越少,优秀的高水平的成果也越来越少了。当然也有一些学者坚持下来,也有一些年轻学者参加到这个研究领域里来^[18]。

三、原因分析:为什么自然科学哲学问题研究在中国衰落

忽视科学的科学哲学研究状况,不仅在中国而且在西方同样存在,^[19]只是忽视的原因和程度并不相同。有学者认为忽视科学的哲学倾向在西方是由现象学的哲学所带来的。胡塞尔公开宣称只有具有绝对可靠性和最高普遍性的哲学才能为自然科学提供理解的基础,而海德格尔甚至把“最高存在的哲学应该建立在具体自然科学基础之上”的观点都看成是灾难性的哲学失误^[20]。忽视科学的科学哲学和忽视自然科学哲学问题研究的科学哲学这种情况在中国更为严重。考察这种忽视,我以为存在如下原因。

(一) 对自然科学哲学问题研究客观地位和作用的误读

就客观原因而言,特殊学科中的自然科学哲学问题研究在整个科学哲学领域对科学哲学理论是一种奠基性研究。例如逻辑实证主义的科学哲学理论是考察了科学发展的实证与积累特征而建立起来的,波普尔的证伪主义科学哲学的基础是通过对爱因斯坦的相对论对牛顿经典理论的证伪过程即自然科学发展中的革命过程而建立起来的,库恩

的历史主义科学哲学是通过考察科学家在科学研究中的作用而形成的。今天的科学知识社会学也是如此。这种自然科学哲学问题研究的奠基作用在一个时期作为一种特定任务一旦完成,它往往从表面退隐到后面,而对理论本身的完善就成为了一种重要任务。因此,在西方科学哲学界,其表现为有一些重要研究转移到对科学哲学本身的理论研究上了,同样它也表现为离开科学“更远了”。但是在西方科学哲学研究里,自然科学哲学问题研究始终是整个研究的主流,只是科学哲学理论的研究变得成为形成体系的一个重要方面而已。而且在西方科学哲学研究中,即便是对科学哲学的一般理论研究也仍然是建立在具体科学研究的基础上的,是离不开具体科学的研究的,例如汉森的“观察渗透理论”的观点,就是建立在对物理测量研究基础上的。在中国科学哲学界,由于有一种追赶现象存在,因此常常表现为我们更需要学习西方科学哲学的理论,而不是西方如何研究自然科学哲学的问题,原来那种在西方科学哲学中起奠基作用的自然科学哲学问题研究也消失在哲学理论研究的背后。而且对中国科学哲学而言,由于它只看到了科学哲学后来的发展,而且中国科学哲学研究本身更注重科学哲学理论研究,这也强化了一个误读:以为西方科学哲学的主流即科学哲学本身理论的研究。

(二) 对自然科学哲学问题研究重心的认识偏差

在国内从事西方科学哲学的个别学者在学科定位过程中,由于自己主要研究科学描述、说明、解释和评价问题,或科学哲学本身的理论问题,因此把科学描述、解释和评价及科学哲学理论等研究视为科学哲学的核心,认为数学和自然科学哲学问题研究不是科学哲学研究,至少不是科学哲学研究的核心。这种认识也在一定程度上削弱了中国自然科学哲学问题的研究。有文献在总结 20 世纪西方科学哲学发展回眸与展望时,总结出西方科学哲学有五大趋势,但是它在总结西方科学哲学发展特征时仍然没有注意到西方科学哲学这种注意具体科学哲学问题研究的重要特征和主流趋势。^[21]这也给国内研究者一种误解。以为

西方科学哲学的主流就是研究一般科学哲学的科学理论评价、预测和进步的,而其他问题一概不是科学哲学。

实际上,西方科学哲学中至少存在一个重要力量就是对具体科学哲学问题的研究。这是毫无疑问的,不仅我们在前文中通过分析著名科学哲学刊物证明了这点,而且在波士顿大学工作的华裔科学哲学家曹天予就认为自然科学哲学问题研究是科学哲学的一支重要力量。并且预言在 21 世纪的科学哲学中特殊科学的哲学研究将会得到重要发展。

(三) 以注自然科学哲学问题研究深度不够,研究范式转变尚未完成

国内研究即便是属于自然科学哲学问题领域的研究,也由于深度不够而缺乏意义。另外,我们与国外自然科学哲学问题研究的范式差异很大,也造成了自然科学哲学问题研究对整个科学哲学的影响很小。国内尽管在 20 世纪 70—90 年代,有许多成果问世,但是深入探讨其研究,可以发现其中许多研究深度还不够。苏联模式(那种为教科书式马克思主义提供案例和注释的研究方式)和中国传统文化的影响还深深地烙印在中国学术研究上。这就使得中国式的自然科学哲学问题研究成为给马克思主义哲学理论作注解的研究和意识形态的服务性研究而不是科学哲学奠基性研究,研究者并且更愿意作宏大叙事的工作,而不愿意作具体细致的“小题目”。最为重要的是西方的具体科学研究或特殊科学哲学研究即自然科学哲学问题研究,注重的是分析和案例研究,注重的是细致的实证研究,而非空泛议论,宏大叙事。这种传统,在西方科学哲学包括一般科学哲学的分析过程中都体现得非常清晰。而我们过去的自然科学哲学问题研究即便是最好的研究也不可避免地带有为一般哲学建构范畴的痕迹,缺乏深入分析具体科学内概念的性质、研究的性质和过程的深度。换句话说,我们的研究更粗浅些,而西方具体科学哲学问题研究更细致入微一些。当然这种差别不是工具性差别,而是具有深刻文化含义的文化性差异,转变还需要时日。这种研究范式缺乏创新,也是第四个原因中之所以一部分从事西方科学哲学研究

的国内学者排斥中国自然科学哲学问题研究的因素,因为这种研究传统不是深入钻研某个自然科学领域中概念、范畴及其变迁的意义,而是按照某种原理去套或按照某种预定的原则去解读自然科学的概念发展,把鲜活的自然科学概念生硬地套上死板的框架。而且由于教条主义更具有很大危害,使得这种研究形成范式,无法深入,也因此大大损害了中国自然科学哲学问题研究的声誉。所以转变研究范式也是摆在国内自然科学哲学问题研究者面前的重要任务。

(四) 近年来自然科学领域标志性进展不大,未能出现革命性发展

这也可能是科学哲学中自然科学哲学问题研究不足的客观因素之一。然而,虽然近年来似乎自然科学各个领域研究进展不大,特别是重要的科学理论革命尚未出现,关于自然科学哲学问题研究上因此也没有什么可述的问题,但在西方,科学哲学研究中一些传统问题仍然在不断被推进。如果我们注意一下西方科学哲学文献中近年来的研究,就会发现,关于“牛顿的原理在科学哲学的影响”等经典问题仍然被很热烈地研究着^[22]。关于量子力学的哲学问题、相对论的哲学问题,以及非线性和复杂性的哲学问题研究都有许多文献^[23]。其实,不仅传统科学领域仍然有许多问题没有讨论清楚,而且认知科学和复杂性研究领域也有大量问题需要研究。或者换一个视角,还有新的问题出现,只是我们注意得不够而已。这可能也是造成中国这个领域研究衰落的因素。

(五) 自然科学哲学问题研究难度太大

不论在中国还是在外国都是如此。但是在中国,这种研究难度,不仅与自然科学研究本身有关,而且特别与研究者所受教育状况有关。

就普遍问题而言,首先这种研究要求研究者必须是“两栖动物”甚至是“三栖动物”,即能够同时读懂自然科学某领域和科学哲学领域的文献,能够驾驭两个领域的概念、范畴。

有学者也意识到这个问题,例如孟建伟认为走这条路颇有难度,几

乎需要具备“哲人科学家”素养^[24]。对中国而言,目前这个方面的状况最令人堪忧。我们的教育制度培养了分科型的“人才”,学生从高中就开始文理分家。学生科学素养的低下是自然科学哲学问题研究衰落的基础性原因之一。而就直接原因看,则一是目前从事自然科学哲学问题研究的人员匮乏,二是后继无人。许多曾经进行自然科学哲学问题研究的人由于种种原因退出了这个领域,另外目前全国科学技术哲学硕士授予权单位和博士授予权单位虽然很多,但是招生情况不好。理工科出身的学生生源状况不好,已经成为招生的普遍情况。大批文科背景的学生涌入这个领域的结果之一是学术研究的泛化,而泛化的结构必然带来研究不能深入。这令自然科学哲学问题这种科学哲学中艰深的研究很难找到合适的人选。队伍缩小使得研究难以维系。因为研究需要兴趣领域集中必要数量的学者。

综上所述,这五个原因,我以为都是阻碍中国自然科学哲学问题研究的重要因素,其中前两个因素,本文分析已经作出必要的证明:自然科学哲学问题研究是西方科学哲学研究的主流。我们应该还自然科学哲学研究问题研究一个在中国科学哲学研究中应有的地位。第四个因素是客观因素,但是仍然与我们的问题意识不足有关;至于第三、第五个因素,是我们自己努力不足带来的,只要范式转变完成得好,努力程度上去,就可以在一定程度上避免那些问题的。因此,只要我们了解了科学哲学中自然科学哲学问题研究的状况,了解自然科学哲学问题研究的意义和作用,中国的自然科学哲学问题研究是可以上一个台阶的。

四、展望未来:自然科学哲学问题研究可有作为

在本文展望自然科学哲学问题研究的未来时,首先是观察的立足点是什么?我们认为有两个方面是展望的基点:首先是自然科学哲学问题研究的客观形势,其次是研究者的状况。这两个方面决定了未来自然科学哲学问题研究的前途和命运。

就第一个方面看,我们首先还要提及曹天予关于“自然科学哲学问

题研究在西方科学哲学中的重要性”的观点。这里要特别引用他在对 20 世纪西方科学哲学进行回顾和展望时所说的两段话。

第一段是关于自然科学哲学问题研究的。他说：“20 世纪科学哲学中还有一支研究自然科学的概念基础及其形而上学本体论含义(自然哲学)。最主要的当然是量子物理学解释问题,主要有测量问题(几率的本体论解释)和非定域性(整体关联)。解释问题的焦点当然在能否把量子世界还原成经典世界……此外,量子场论对真空涨落的发现为世界提供了一个新的本体论图像,包括宇宙起源在内。另一个领域是生命哲学,薛定谔用信息来定义生命,而生命信息用结构(DNA)来传递……哲学家要问:能把生命还原为信息吗?同样,能把认识还原为按规则的计算吗?在语言哲学中与心灵哲学相关联的,还有乔姆斯基与皮亚杰的大辩论……而新近的认知神经科学关于感知、运动、数学逻辑与客体、因果概念结构的研究成果看来是支持乔姆斯基的……还有行为科学或社会科学。”

第二段是在文章结束时,对未来 21 世纪的科学哲学的预测。“(科学哲学)大体上的趋势:(1)分析哲学的逻辑语言方法要淡出,历史、社会、文化、人类学方法要兴起,科学哲学要进一步融入科学学;(2)特殊科学的哲学(着重号为笔者所加,下同)会有很大发展,物理学上,特别是有关复杂性问题,在生物学上,有关还原、突现、层次等概念的探讨会大大加强。在认知科学上,计算机科学与神经科学哲学都将对语言哲学与心灵哲学产生重大影响。这里二元论与辩证法、还原论与突现论等,都将是研讨的热点。”^[25]

其次,我们仍然要转述前文提及的陈筠泉观点。他在总结回顾新中国哲学 50 年,对未来中国科学哲学研究发展进行展望时,也认为,近二三十年来出现了非线性科学这一交叉学科。非线性科学的发展揭示出在线性情况下从未遇到的一系列新现象、新特点和新规律,使现有的哲学面临一系列新的挑战。我们迫切需要加强这方面的研究工作。^[26]

郑毓信先生在一篇短文谈及中国科学哲学定位问题时引述波普尔的话说,如果科学技术哲学最终演变成为一门与实际科学技术活动完

全无关的“专门学问”，那么，就像著名哲学家波普尔早已指出的，无论这种“专门学问”是如何的“时髦”，科学技术哲学也将因丧失了“立足之本”而陷入真正的危险之中。他认为，科学技术哲学应该高度关注认知科学的现代进展。^[27]

从以上几位中外学者的展望和问题意识看，他们都共同地意识到“非线性、复杂性”在物理学哲学、生物学哲学和认知科学哲学等特殊领域科学哲学研究的意义。这可能是未来科学哲学中自然科学哲学问题研究的重大突破口。这个领域的问题研究如果能够深入，并且取得一定的突破，可能带动中国整个科学哲学和一般性科学哲学的革命性进步。

也有青年学者意识到这个问题，如孟建伟提出，新世纪科学哲学可以在两个方向上大有作为。其中一个方面就是微观方向，即从一般科学哲学走向具体科学哲学，例如物理学哲学、化学哲学、生物学哲学、数学哲学等。^[28]盛晓明、项后军在研究了人工智能历史发展后针对目前科学哲学研究状况提出，科学哲学应该转换自己的研究背景，经常回到新兴科学的历史中去，这样才能获得一个全面的理论创新。^[29]这些议论为我们的观点作了很好的回应。

问题应该从哪里突破明确后，第二个最大的问题是队伍建设问题。这里不是追求数量，而是优秀的研究者有无进入自然科学哲学问题研究领域的意愿和趋向。

目前在自然科学哲学问题或具体科学哲学研究方面虽然遇到种种困难，但还是有一些年轻学者在辛勤耕耘着^[30]。在上述提及的那些前沿领域，如在复杂性研究方面，一些研究正在逐步深入^[31]；认知科学领域的研究也出现了很好的势头，对此有兴趣的学者开始增加，研究也在深入。在科学哲学其他领域，如语言学和语用学方面，对科学哲学的研究都在更加具体深入，有深度的研究正在进行。

所以，科学哲学不仅有着伟大的过去，而且有着光明的未来。作为科学哲学的主流自然科学哲学问题研究也应该如此。当然，作为学者要付出艰苦的努力。如爱因斯坦所言，研究者应该拣自然科学哲学

问题这个硬板子钉钉子。

注释与参考文献:

- [1] 吴国盛. 哲学中的“技术转向”. 哲学研究, 2001(1): 26~27, 80
- [2] 张今杰. 危机及其出路——论西方哲学的“语言学转向”. 自然辩证法研究, 2001(12): 9~13
- [3] 蔡曙山. 论哲学的语言转向及其意义. 学术界, 2001(1): 16~27
- [4] 郭贵春. “科学修辞学转向”及其意义. 自然辩证法研究, 1994(12): 13~19
- [5] Richard Boyd, Philip Gasper, and J. D. Trout edit. *The Philosophy of Science*, Cambridge, Massachusetts, London, England, The MIT Press, 1992
- [6] E. D. Klemke, Robert Hollinger, David Wyss Rudge edited. *Introductory reading in the philosophy of science*, Prometheus Books, New York, 1998, 22~23
- [7] <http://www.journals.uchicago.edu/PHILSCI/order1.html>
- [8] NEVEN SESARDIC. *Philosophy of Science That Ignores Science*, Philosophy of Science, Vol. 67, No. 4, 580~602
- [9] <http://www.oup.uk/phisci>
- [10] 成素梅, 宋艳琴. 回眸与展望: 对《自然辩证法研究》的统计分析. 自然辩证法研究, 1998(6): 2~10
- [11] 龚育之. 自然辩证法在中国. 北京: 北京大学出版社, 1996, 48
- [12] 陈筠泉. 新中国成立以来哲学研究事业的回顾和展望. 新中国社会科学五十年. 北京: 中国社会科学出版社, 2000, 47
- [13] 邹崇真, 梁前文, 沈小峰. 建国十七年来自然辩证法的学习和研究. 中国自然辩证法研究历史与现状. 知识出版社, 1983, 101
- [14] 龚育之. 自然辩证法在中国. 北京: 北京大学出版社, 1996, 21
- [15] 见龚育之. 自然辩证法在中国. 北京: 北京大学出版社, 1996
- [16] 傅世侠主编. 科学前沿的哲学探索. 沈阳: 辽宁人民出版社, 1983
- [17] 中国社会科学院哲学研究所自然辩证法研究室编著. 现代自然科学的哲学问题. 吉林人民出版社, 1984; 孔小礼主编, 现代辩证的哲学争论, 北京大学出版社, 1995
- [18] 在数学和自然科学哲学问题领域工作的中青年学者不多, 长期坚持下来的, 如桂起权、吴彤、邬焜、陈蓉霞、刘晓力、李建会、董国安等

[19] 例如, N. Sesardic 通过生物学哲学的一个关于种族、IQ 和遗传可能性的科学成就被科学哲学家所一直忽视的案例讨论了忽视科学的西方科学哲学状况。Neven Sesardic, *Philosophy of Science that Ignores Science: Race, IQ and Heritability*. *Philosophy of Science*, 67(December 2000), 580~602

[20] 董光壁先生在 1997 年就批判了这种哲学的傲慢与偏见, 见: 董光壁. 从科学思想的发展看科学哲学的新路径. *自然辩证法研究*, 1997(2): 2~6

[21] 郑祥福. 20 世纪西方科学哲学发展回眸与展望. *福建论坛*, 2002(1): 15~21

[22] Ernan McMullin. *The Impact of Newton's Principia on the Philosophy of Science*, *Philosophy of Science*, 68 (September 2001): 279~310

[23] Michael J. Behe. *Self-Organization and Irreducibly Complex Systems: A Reply to Shanks and Joplin*. *Philosophy of Science*, 67(March 2000): 155~162

[24] 孟建伟. 从陈述到创新: 新世纪中国科学哲学的发展方向. *自然辩证法通讯*, 2000(3): 18~19

[25] 曹天予. 西方科学哲学的回顾与展望. *自然辩证法研究*, 2000(11): 5~7

[26] 陈筠泉. 新中国成立以来哲学研究事业的回顾和展望. *新中国社会科学五十年*. 北京: 中国社会科学出版社, 2000, 47

[27] 郑毓信. 中国科学技术哲学的“定位”. *自然辩证法通讯*, 2001(4): 93~94

[28] 孟建伟. 从陈述到创新: 新世纪中国科学哲学的发展方向. *自然辩证法通讯*, 2000(3): 18~19

[29] 盛晓明, 项后军. 从人工智能看科学哲学的创新. *自然辩证法研究*, 2002(2): 9~11, 41

[30] 例如, 我们已经见到武汉大学从事生物学哲学研究的博士生傅静的一些工作具有一定的深度. 见: 傅静. 生物学哲学的特异性. *科学技术与辩证法*, 2002(3): 31~34; 傅静. 卡尔·波普的科学哲学对进化生物学的影响. *自然辩证法研究*, 2002(5): 22~26

[31] 见: 吴彤. “复杂性”研究的若干哲学问题. *自然辩证法研究*, 2000(1): 6~10. 吴彤. 复杂性与随机性的关系. *自然辩证法通讯*, 2001(2): 18~23; 吴彤. 略论认识论意义的复杂性. *哲学研究*, 2002(5): 58~63; 吴彤. 科学哲学视野中的客观复杂性. *系统辩证学学报*, 2001(4): 44~47; 吴彤. 吴为. 后现代视野中的文本复杂性研究. *江苏行政学院学报*, 2002(1): 21~25

何以不接受认知科学中的计算主义

刘晓力

(北京师范大学哲学系, 北京: 100875)

随着数学和计算机技术的进展, 计算越来越显示出其在各个领域的威力, 从计算的角度审视世界, 也已经成为我们在数字化时代生存的特殊思维方式, 人工智能的成果更激发了一些认知科学家、人工智能专家和哲学家的乐观主义立场, 致使有人主张一种计算主义 (computationism, 或更确切地, algorithmism) 强纲领, 认为从物理世界、生命过程直到人类心智都是可计算的 (computable), 甚至整个宇宙完全是由算法 (algorithm) 支配的。我们认为, 这其中有对计算、算法和可计算概念的泛化, 也有对于目前数字化前景的过分乐观, 特别对于计算的功能和局限缺少较为客观的估计, 而且这种信念与所提供的证据的确凿程度显然不成比例。我们对于在一种隐喻的意义上使用“计算”一词的计算主义不予讨论, 但是如果把计算局限于目前“图灵可计算”的科学概念上使用, 计算主义是可以质疑的。同时我们也主张, 如果可以超越传统的“算法”概念, 充分借鉴生物学、物理学和复杂性科学的研究成果, 人类计算的疆域可以进一步拓展。因此, 应当在深入考察在计算领域工作的科学家的研究进展及其所遇到的理论困境和实践困难的基础上, 进行关于计算的哲学思考, 探讨如何在模拟自然界和人类心智的过程中, 如何建立新的研究纲领和研究模式。

一、计算、算法和可计算性

对于研究复杂的信息处理系统, 人们已经普遍接受了马尔 (D. Marr) 的三层次理论, 即分为计算理论层、算法层以及实现层。^[1]其

中,计算理论层解决的是“处理信息的目的是什么”、“用什么理论处理”,以及“说明所用理论为什么能达到此目的”等问题,事实上,这相当于对真实世界数学建模的层次;算法层是寻求为实现计算理论所采用的算法,目前采用的算法多半是一些解决包括连续量的非线性优化算法;实现层是给出算法的可执行程序或硬件可实现的具体算法,这部分内容多半是在可计算性理论的范围。三个层次在不同水平上是相对独立的,当然,计算理论层是对真实世界的数学抽象,因此最为根本,也最为困难。同时,即使解决了计算理论层和算法层的问题,也未必能解决实现层的问题,因为还存在一个可计算性和计算复杂性的问题。

广义的计算应当包括这三个层次的理论,而当今的计算主义强纲领事实上是在“可计算”的意义上,或者说是在图灵机可计算的意义上,断言“物理世界是可计算的”、“生命是可计算的”,以及“认知是可计算的”。因此,在探讨计算主义是否合理的问题之前,有必要了解在科学理论的语境中,什么是可计算的,什么是不可计算的等问题。所幸,20世纪30年代,戈德尔(K. Gödel)、丘奇(A. Church)、克林尼(S. C. Kleene)、图灵(A. Turing)等一批数学家和逻辑学家已经为我们提供了关于可计算性这一最基本概念的几种等价的数学描述,特别是有了图灵机概念后,数学家给出了著名的丘奇-图灵论题,指出任何能行可计算函数,或称算法可计算函数都是递归函数,也就是图灵可计算函数,或称图灵机算法可实现的函数。建立在这样一种算法概念之上的可计算性理论,就是研究可计算对象的计算复杂性和不可计算对象的结构理论。

今天看来,丘奇-图灵论题对于计算科学的贡献至少可以说有如下4个方面:

- (1) 指出了能行可计算函数就是图灵机算法可计算的;
- (2) 指出了任何数字计算机都是通用图灵机的特例;
- (3) 指出了形式系统不过是图灵机概念准确刻画的机械程序;
- (4) 指出了可计算性是不依赖于形式系统的一个绝对概念。

而且,也正是有了可计算性概念的数学描述,深刻揭示数学形式系统局限性的哥德尔第一不完全性定理有了如下几个不同语境下的版本:

(1) 任何足以展开初等数论的数学形式系统,如果是一致的,就是不完全的,即至少存在一个不可判定命题;

(2) 在任何包含初等数论的一致的数学形式系统中,至少有一个数学真命题不可证;

(3) 没有任何定理证明机器,能够证明数学中的所有真命题;

(4) 数学是算法不可穷尽的;

(5) 数学是算法不可完全的;

(6) 不存在图灵机程序 H ,可以判定任何一个图灵机程序 P 和输入 I ,当运行程序 P 和 I 时机器是否会停机。

而且,有了可计算性理论,人们很快了解了如下 5 个主要的语言类:正则语言类、上下文无关语言类、可判定语言类以及图灵可识别的语言类和图灵不可识别的语言类。同时也证明了一系列数学命题的不可判定性和一系列数学问题的算法不可解性。

例如,如下几个简单的问题是不可计算的:^[2]

(1) 假设有一个计算机程序和一个关于程序使用的说明书,我们需要做的是,检验该程序是否正好像说明书所说的那样运行。可以证明,一般的软件验证问题用计算机是不可解的,即不存在算法实现这种检验,这个问题是不可计算的;

(2) 检查一个图灵机是否接受一个给定的输入符号串是不可计算的;

(3) 不可计算(不可判定)问题不仅限于自动机范围,如下一个简单问题是不可计算的——波斯特对应问题。这一问题可以用多米诺骨牌游戏来描述。

单个骨牌和一簇骨牌看上去像下面的形式:

$$\left[\begin{array}{c} a \\ ab \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} b \\ ca \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} a \\ ab \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} ca \\ a \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} abc \\ c \end{array} \right]$$

我们的任务是将这些骨牌进行(可重复)排列,使得阅读横线上符

号后得到的符号串与阅读横线下符号后得到的符号串相同,这样的排列称为一个匹配。例如,下面是一个匹配:

$$\left[\begin{array}{c} a \\ ab \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} b \\ ca \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} ca \\ a \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} a \\ ab \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} abc \\ c \end{array} \right]$$

阅读横线上的符号得到符号串 abcaaabc,与阅读横线下得到的符号串 abcaaabc 相同,但是,可以证明,如下一簇骨牌不可能有匹配,因为横线上的符号串比横线下的符号串长:

$$\left[\begin{array}{c} abc \\ ab \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} ca \\ a \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} acc \\ ba \end{array} \right]$$

可以证明,波斯特对应问题是不可计算的,即确定一簇骨牌是否有一个匹配,在算法上是不可解的。

(4) 刻画描述复杂性的科尔莫葛洛夫(A. N. Kolmogorov)函数是不可计算的,即复杂性测度函数是不可计算的。

(5) 1988 年格雷戈里·蔡廷(G. Chaitin)证明了,存在一个不可计算数 Ω ,它的二进制数对应于无穷多个能行随机的算术事实。蔡廷的结果表明,存在无穷多个带有确切答案的算术问题,其答案是不可计算的。依照蔡廷的说法,“上帝不仅在量子世界掷骰子,而且在算术世界也是一个随时掷骰子的大玩家。”^[3]

可见,至少在自动机理论和数学世界中,存在不可计算数那么多的不可计算问题。我们认为,对于探讨计算主义是否合理的问题,图灵可计算概念(或算法概念)和哥德尔不完全性定理应当是最为重要的理论基础之一,下面我们依次讨论计算主义强纲领下的各种论断的可质疑之点。

二、物理世界是可计算的吗

在计算主义的强纲领下,“物理世界可计算”无疑是一个基本的信念。当今这种信念的典型代表是牛津大学的多伊奇(D. Deutsch)。1985 年他将“能行可计算的函数”替换为“有限可实现的物理系统”,提出了“物理版本的丘奇-图灵论题”:“任何有限可实现的物理系统,总能

为一台通用模拟机器以有限方式的操作完美地模拟”。^[4]当然,在许多物理学家眼中,我们宇宙中的一切都是有限可实现的物理系统的子系统,因此依照多奇之见,自然是可计算的。多奇甚至认为,算法或计算这样的纯粹抽象的数学概念本身完全是物理定律的体现,计算系统不外是自然定律的一个自然结果,而且通用计算机的概念的存在很可能就是自然规律的内在要求。进一步推而广之,物理过程可计算主义的一个强命题是“宇宙是一台巨型计算机”。^[5]

我们认为,考察物理世界是否可计算的问题,需要考虑物理过程本身、物理定律和我们的观察三个基本因素的相互作用问题,而且我们最为关注的问题是,按照物理理论,用可计算的数学结构能否足够完全地描述实在的物理世界,特别是能否描述在偶然性和随机性的背景下显示出的规律性。

真实世界的对象由时间、位置等这样的直接可观察量,或者由它们导出的像能量这样的量组成。因此,我们可以考虑像行星的可观察位置和蛋白质的可观测构型以及大脑的可观察结构这样的事物。这些可观察量一般是由从某个有限数字集合中取值的离散测量集合构成。物理学家是通过具有一定可靠性和一定精度的观察,借助物理定律来理解物理过程的,而成熟的物理理论是使用数学语言陈述的。我们用数字记录所测量出的长度、重量、温度、时间以及能量等物理量,但是,即使用最高精度的仪器,我们仍然不能分辨许多更精细的数量差别,而只能得到有限精确度的数值,这表明,我们对物理过程观察的准确度是有限的。恰如哥德尔所言“物理定律就其可观测后果而言,是只有有限精度的”。^[6]同时,由于“观察渗透理论”的影响,我们的观察必定忽略或舍弃了许多我们不得不忽略和舍弃的因素,这一点表明,我们的物理理论永远仅仅是真实物理世界的一种理想化模型。

当我们将数学应用于物理学理论时,一个最重要的手段是借助数学中的各种有效算法和可计算结构,而自坎托(G. Cantor)之后,人们认识到数学中的可计算数仅仅是实数的非常小的部分。自图灵之后,我们知道,可计算函数也仅仅是数学中函数的非常小的部分。但是,已

经在数学家和物理学家中成为不争结论的是,在描述物理过程时,任何不可计算的数和不可计算函数都可以在一定的有效性的要求下,用可计算数和可计算函数作具有一定精度的逼近。具有“量子领域旗手”之称的杰拉德·米尔本(G. L. Milburn)认为,理论物理与前述的“物理版本的丘奇-图灵论题”的关联在于,理论物理是借助数学给出观察数据的,这些数据正是可通过通用计算机上运行的算法得到的。无论是经典的,还是量子的物理系统都可以以任意高的精度模拟,然而,运行程序所花的时间可能是一个天文数字。^[7]

但是,我们认为,这不能表明,我们真实的物理世界就是可计算的,或者说就是可完全程序化了的,显然,我们并没有充足的理由作出如此断言。真实的物理世界与可模拟、可计算的物理世界毕竟有着巨大差异。

事实上,带有机外信息源的图灵机早已把图灵的整数计算法推广到了以实数为输入、输出的情形。1983年普艾尔(Pour-El)和理查兹(J. Ian Richards)已开始探讨数学中的连续量和物理过程的可计算性结构问题,讨论了函数空间和测度空间的可计算性结构。^[8]彭罗斯(Roger Penrose)也认为,在经典物理理论中,很难看到任何重大的“不可计算”的因素。但是,我们仍然不能排除某些物理理论具有不可计算性,例如,普艾尔和里查斯甚至证明了物理场论中的波动方程有一种特解,使时间1的输出不可能由时间0的输入计算,或者说,波动方程中存在一类看似有些“古怪”的可计算的初始数据,使得在以后的可计算时刻被决定的场的值实际上是不可计算的。^[9]

因此,我们认为,没有先验的理由使我们相信,物理世界的任何过程都一定是基于规则和算法的。尽管我们的计算过程是在物理世界中实现的,但不意味着物理世界与可计算的世界是同构的。物理理论的目的是尽可能完全地记录我们对物理世界事物的经验,但物理理论并不能包括我们经验的全部。这其中一个重要的原因也许是,我们对物理对象和物理过程的经验都是有限的,而不可计算性涉及的是无穷的系列。恰如王浩所言,“我们观测的有限精度似乎在物理世界和物理理论之间附加了一层罩纱,使得物理世界中可能存在的不可计算元素无

法在物理理论中显现。”^[10]

如果自然界中的确存在不可计算的过程,——例如,某一级别的地震可能在某些构成不可计算系列的时点或时段发生,海浪在海岸的翻涌和大气在大气层中的运动等物理过程,很可能就是不可计算的——我们就永远找不到精确计算它们的算法,也不可能任何一台机器上重现它们的真实形态。至少如彭罗斯和涉足复杂性科学领域的当代许多物理学家认为,某些量子过程和一些具有高度复杂性的物理系统是不能由算法产生的。1993年迈尔弗德(Wayne C. Myrvold)也作出断言,“在量子力学中企图由可计算的初始状态产生不可计算结果的一些简单算法是注定要失败的,因为,量子力学中存在的不可计算的结果不可能由可计算的初始数据产生。”^[11]况且,物理定律的可逆性与计算程序的不可逆性的矛盾至今不能解决,我们如何能断定物理世界是可计算的呢?

当然,我们仍然可以看到不可计算的物理过程的可计算逼近过程,就像我们能用有理数尽可能地逼近无理数一样。然而我们永远不可能在计算机中看到整个真实世界。这里,我非常赞同摩德纳大学和圣菲研究所的统计学家莱恩(David Lane)首次强调的经验世界与该经验的理论之间有着重要区别的思想。我也赞同卡斯蒂(John L. Casti)的应当区分物理世界、数学世界和计算世界的思想。^[12]

至此,我们对物理世界是可计算的观念提出了某种质疑,但是我们不能由此作出断然结论,认为物理世界一定不是可计算的,毕竟对于我们物理世界的理解至今仍是很有限的。但是我们强调的是,计算只是我们理解世界的方式之一,我们没有必要将任何真实世界都划归为可计算的世界去把握,毕竟可计算的世界仅仅是我们所能精确理解的世界的一小部分,世界是我们目前的算法概念所不能穷尽的。

三、生命过程是可计算的吗

相信宇宙是一部巨型计算机的人们认为,在我们周围存在着形形色色的“自然计算机”,而生命本身是最具特色的一类,生命过程完全是

可计算的。

自沃森(J. Watson)、克里克(F. H. C. Crick)以后,我们已经接受了“生命的本质是 DNA”的结论。但是我们能够由此出发,得出“生命的本质是信息”,因而“生命的本质是计算”、“生命过程是可计算的”吗?事实上,一些计算主义者作出如上推论,主要是依据近年来人工生命方向的一些进展。我们不妨考察一下这种推论的可信度。

如果在现代意义上使用计算概念的话,生命过程的可计算主义思想事实上最早可追溯到 1960 年代冯·诺伊曼(J. von Neumann)的细胞自动机理论,冯·诺依曼当时认为,生命的本质是自我复制,而细胞自动机可以实现这种复制机制。在此基础上,斯塔勒(Stahl)建立了一些细胞活动模型,把图灵机用作“算法酶”,将生化过程表示成字符串研究生命过程。20 世纪 70 年代,康拉德(Conrad)等人研究仿生系统中的自适应特性、进化特性和群体动力学,提出“人工世界”的概念,这些都是企图通过计算手段研究生命过程的早期尝试。1975 年兰顿(Chris Langton)在住院休养期间在阅读大量有关文献后,越来越确信一种观念,认为没有什么活的生物体是不能在计算机中被重新创建的,之后他开始致力于创建与有机体内的生命相对应的所谓“硅基生命”,从而催生了“人工生命的爆炸领域”。80 年代中期,牛津大学著名生物学家道金斯(R. Dawkins)首次展示了他用计算机创建的与我们在地球上看到的昆虫类生命形式有令人吃惊相似性的一种异类生命形式。而且,道金斯创建的所有生物都是从一个最初的初等形式反复应用若干条简单规则而得到的,他由此看到了简单规则居然可以产生出极端复杂的形式。其后又有皮克奥弗(C. Pickover)利用类似分形的数学迭代方法创建了计算机中的“放射虫”的生物形态,开创了一种新的人工生物形态形成的理论。^[13]

90 年代,人工生命的倡导者们全面进入建立在细胞自动机理论、形态形成理论、非线性科学理论和遗传理论之上的人工生命研究,并试图用计算机生成自然生命系统行为的仿真系统,并通过这种系统了解

真实世界中的生命和生命过程,这一领域的有效工具是采用信息数学模型模拟进化的遗传算法。^[14]人工生命的倡导者认为,生命是系统内各不同组成部分的一系列功能的有机化,这些功能的各方面特性能够在物理机器上以不同方式被创造,进化本身可视为一种搜索试验的复杂过程,最重要的是生物的自适应性、自组织性造就了自身,而不在于它是不是由有机分子组成。(例如,普遍认可的生命的几大特征是:①自我繁殖的能力;②与环境相互作用的能力;③与其他有机体以特定的方式相互作用和相互交流的能力。)^[15]当1990年托马斯·雷(Tomas Ray)意外发现他所设计的复杂程序梯尔拉(Tierra)在机器上不仅能自我复制,而且还能“演化”出新的结构并构成一个丰富多彩的电子生态系统时,他看到了从人工有机体最基本的结构中涌现出一种令人吃惊的复杂性,他认为这是进化的威力。由此,人工生命倡导者认为,进化过程本身可视为一种搜索试验的复杂过程,这种过程完全可以独立于特殊的物质基质,可能简单地发生在为了争夺存储空间的计算机程序的某种聚合中,并由此断定生命是可以通过计算获得的,生命的本质就是计算。

对于“硅基生命”是否可以看作“活的生命”,人工生命是否具有生命的某些特质,例如自我复制等问题,我们可以暂时不予讨论,我们关注的是计算主义者把生命的本质看作计算、把生命过程看成是可计算的观点是否可信的问题。

显然,依照一定的规则能够创建与真实放射虫相似的形式,可以看成真实世界中某一类形态的一个很好的模型,也可以看作“人工硅世界的放射虫”这种生物形态的某种定义,但是与能够依照规则创造放射虫本身,显然是极为不同的事情。能够在计算机上实现某种复制过程,甚至能够在计算机中看到某种“演化”的特性,以及能够模拟某些人工生命的“进化”过程,与能够真正“演化”或“进化”出所有自然生命显然是两回事。因为依照我们“可计算性理论”中的“递归定理”,复制自身并不是困难之事,递归定理已经指出,图灵机有能力得到自己的描述,然后还能以自己的描述作为输入进行计算,即机器完全有自再生的能力。

例如计算机病毒即是递归定理可以描述的一种逻辑结构。如果生命的本质仅仅是自我复制,那么当初冯·诺依曼设想的“从细胞自动机可以获得生命本质”的思想并无错误。但是,今天我们早已知道,生命的本质还包括与环境作用、与其他有机体相互作用和交流的能力等,而这种类型的本质显然是算法不可穷尽的。

关键的问题在于是否所有的生命过程都是可计算的?承认硅基生命具有生命的某些特征并不意味着承诺计算可以穷尽生命的所有特征,也不意味着承诺通过能行程序可以实现所有的生命过程。这里“所有的”概念至关重要。倡导“生命的本质是计算”的学者恐怕确实是在误读“可计算的”概念。毕竟,某一范围的对象或过程是“可计算的”,是指存在能行的程序,或存在算法,能够计算这一范围的一切对象和一切过程,或者说,这种可计算结构可以穷尽这一范围的一切对象和一切过程。如果仅仅是此一范围的某些对象,某些过程的某些特征,特别是一些最为表象、最为简单的特征可以用计算粗糙地表达或模拟,并不能由此就妄称这范围的对象和过程是“可计算”的。“可穷尽”显然是非常强的要求,并不像某些认知科学家和哲学家断言得那么容易实现。

至于认为阿德勒曼(L. Adleman)倡导的“DNA 计算机”,“实现了生命的本质就是计算的思想”,“说明了生命系统事实上就是一台以分子算法为组织法则的多层次的计算网络”的提法显然有更多值得商榷之处。

1994 年,阿德勒曼将一个计算难题的输入细节编码到单个 DNA 链上,极大数目的分子的计算能力首次在新型 DNA 计算机上被认识。阿德勒曼将这些 DNA 链混合到一起,让它们连成许多不同的双螺旋分子,其中的一小部分分子就能够具有包含难题答案的编码结构。其中阿德勒曼研究的一个重要问题是可计算性理论中一个典型的 NP 完全问题——哈密顿路径问题,在一个由点构成的网络上找出一条特定的路径。但是如果问题涉及的点过多,再考虑所有可以连通的路径,那么,可能的路径数目将成天文数字,随着点的增长,找到答案所花将呈指数增长。阿德勒曼设想,DNA 双螺旋结构由四种 DNA 碱基形

成的两条互补链组成。一条链的 DNA 分子是另一条链的互补镜像,因此可以随机地选取一条链上的编码把每个点表示出来,每条路径的链可以用起点的代码与终点的代码来定义,运用基因工程,就可以根据需要制造路径的 DNA 片段。阿德勒曼在试管中将点的 DNA 的互补链与路径链混合,形成双螺旋,那么连通路线序列即作为互补桥将 DNA 点的序列连在一起,这样就形成了所有可能的连通路线分子。阿德勒曼用标准的分子生物学技术分离出表示输出结果的分子,再将其译成代码点。阿德勒曼就此认为,完全可以设计出用 DNA 进行计算的生物计算机,而且这种计算机的功能与图灵机的功能完全相似。^[16]

尽管像一些计算主义者所期望的那样,DNA 计算机也许有潜在的能量充足性和极小的存储需求(例如有人断言,在 DNA 分子中存储相同的信息,仅需要在外存储介质所占空间的一万亿分之一),它也可能解决目前某些难以克服的网络型计算的计算复杂性的问题,甚至在理论上,这种计算机可能允许我们真正计算超越基于图灵机模型的机器限度的“不可计算”的量,但是,计算主义者们忽视了一个最为重要的问题,DNA 计算机显然已经远远超出了我们最初对于“可计算性”概念的理解,事实上它已经引进了“基因工程”的手段——这里的“计算”借助了“自然机制”,借助了自然生命的“基因编码机制”,已经不复是“人工计算机制”了。恰如阿德勒曼本人所言,“或许我们对计算的看法过于狭隘了,如果计算无处不在,而且能够表现为多种形式,情况又如何呢?是否可能存在一种由相互作用的分子进行计算的液体计算机呢?答案是肯定的。”^[17]可见,一些倡导计算主义的学者早已将“计算”的概念延伸到了“图灵可计算”的范围之外。生物计算机也许可以作为某种借助“自然机制”的仿真工具,但是它能否像图灵机那样真正完成所有可计算对象的计算仍然没有定论(例如计算 7 个城市的哈密顿路径就需要 7 天的分子生物学操作过程才能实现)。况且我们对 DNA 聚合酶如何产生互补 DNA 过程中的分子之间的相互作用机制并不完全了解,如何就能断定“可以对 DNA 程序重新编程,计算一切可以计算的东西”,甚至“计算图灵机不可计算的量”呢?

四、认知是可计算的吗

把宇宙视为巨型计算机的人们认为,不仅物理过程、生命过程是可计算的,而且人类的认知和智能活动也是可计算的,或者像兰顿(C. G. Langton)所表达的“宇宙是一个处于混沌边缘的细胞自动机,它不仅可以做复杂的计算,而且可以支持生命和智能”。^[18]由于人类认知和智能被视为最为复杂的系统行为,显然,这里表达的是一种最强形式的计算主义。为了聚焦于最具代表性的某些观点,我们将在认知科学的心理学、生理学和机器模拟三条研究进路之一的机器模拟的范围内,特别是人工智能范围内讨论“认知是否是可计算的”主题。

起始于20世纪50年代中期,经历半个多世纪的认知科学不断涌现出各种流派和新的问题解决方案,但认知科学领域先驱者在60—70年代预期的“在20年之内机器将能做人所能做的一切”、“在一代人之内,创造人工智能的问题将基本解决”的目标并没有达到,而且在实践中人们不时会遇到难以克服的深刻困难。今天,最先进的计算机可以做人不能做的许多复杂而繁琐的,需要费力解决的工作,但在模式识别、感知和复杂境域中进行决策的能力远远不及人,计算机甚至不能模拟一个3岁儿童的智能。这些困难背后的真正根源究竟是什么?是我们的技术有问题,还是我们的理论基础有缺陷?事实上,依照我们的考察,恰是因为认知科学和人工智能工作的出发点长期建立在“认知可计算主义”强纲领的基础上,因而有其不可克服的内在局限。具体讲,这种计算主义的含义是,作为信息处理系统,描述认知和智能活动的基本单元是符号,无论是人脑还是计算机,都是操作、处理符号的形式系统,认知和智能的任何状态都不外是图灵机的一种状态,认知和智能的任何活动都是图灵意义上的算法可计算的。正是基于这一认识,纽厄尔(A. Newell)和西蒙(H. A. Simon)曾乐观地宣称:“作为一般的智能行为,物理符号系统具有的计算手段既是必要的也是充分的,人类认知和智能活动经编码成为符号都可以通过计算机进行模拟”。^[19]可以说,

*image
not
available*

个全域,但不能构成一个世界,商业界、戏剧界或物理学界等是由客体、目标、技能和实践组成的团体,在它的基础上,人类的活动才有意义。与没有意义的物理全域相比,有意义的物理学界、商业界和戏剧界只有靠人类共同关切的背景才有意义,那些背景是整个人类共享的常识世界中的精品。因此,微型世界是孤立的、缺乏意义的不毛之地,不能指望这样的不毛之地生长出我们日常生活的多彩世界。^[20]

常识知识是认知科学面临的另一个最困难的问题。20 世纪 70 年代后期人们开始向常识知识领域进军。海斯(P. J. Hayes)1977 年首先发表《朴素物理学宣言》,期望用一阶逻辑将常识知识形式化,并希望借用塔尔斯基(A. Tarski)语义学摆脱计算机程序的局限,研究庞大的知识表述问题,建立一种“极小常识系统”,以演绎出整个知识体,其后如明斯基的“框架”程序和尚克(R. Schank)的“脚本”程序、麦克德莫特(D. McDermott)和多伊尔(J. Doyle)的“非单调逻辑”、赖特(R. Reiter)的“缺省推理逻辑”、麦卡锡(J. McCarthy)的“化界系统”,以及麦克德莫特(D. McDermott)的“时态逻辑”等,都是试图构造极小系统,再通过经典和非经典的演绎推理的形式实现对整个知识体系的把握。但事实上,这些结果都只能完成某一范围的局域性特定任务,难以真正广泛适用。包括 1985 年德克萨斯奥斯丁微电子和计算机中心开始启动的,预计建立包含上亿条逻辑语句常识知识数据库的重大项目,由于难以摆脱用机器程序处理日常问题遇到的“组合爆炸”问题,目前仍在艰难进行之中。

但是,符号主义倡导者们始终坚信,如果能对我们所了解或我们所相信的日常生活的非形式知识提供形式化理论,就能通过恰当的编程来获取、表达和处理知识。然而,如上所述,将人类的认知和智能活动转换成抽象符号的一个主要障碍是,任何实际问题都涉及到大量的背景知识,背景知识本身是一个不确定集合,这些知识的绝大部分不能基于符号逻辑推理获得,即使局限于求解小范围问题的专家系统,也仍然不能克服符号逻辑功能的固有局限。除此之外,人类获取背景知识的过程本身也是一个极其复杂的学习过程,我们对于如何将背景知识扩

展为常识并建构整个人类知识系统的创造性机制相当无所知,简单地运用传统符号逻辑手段显然是难以表达和理解的。如此说来,在认知可计算主义纲领指导下,符号主义工作范式必然与认知科学早期目标相距甚远。

(二) 在模拟人类心智方面的局限

为了摆脱认知可计算主义纲领下符号主义的困境,20世纪80年代认知科学吸收大脑科学成果,产生了“联结主义”范式。因为人们认识到,在认知活动产生时,可以观察到大脑的物理硬件在工作,大脑实际上是由极大量的神经元经过复杂的相互连接构成的信息处理系统,因此可以把一切认知活动归结为大脑神经元的活动,并建构一种与大脑结构相似的人工神经网络。这种网络可以体现大脑的作为复杂巨系统的特征、分布式并行计算特征和非线性特征,以及极强的容错能力和概括、类比、推广的能力,以及由于后天的经历、学习、训练等作用产生的能力,特别是期望体现大脑的自组织、自适应的能力。与人工神经网络研究相伴的是从计算理论层次上研究人工神经网络的神经计算,主要是运用现代数学方法探究人工神经网络系统非程序的、适应性的、大脑风格的信息处理的本质和能力,以及信息处理的机理和途径。人工神经网络与基于符号主义的处理离散符号的计算系统不同,联结主义者工作的目标也从用符号演算模拟大脑转变成用大规模并行计算建构大脑。

但是,即使经历了这次范式转换,模拟人类高级智能的目标仍然显得遥不可及。这里的一个重要原因是,大脑结构是经历了生命进化与环境的交互作用长期形成的,人工神经网络专家尝试了各种方案后逐渐开始意识到,试图通过机器程序建立一个与大脑功能类似的人工网络过于困难了。借用德莱弗斯的话:“如果分析的最小单元是同整个文化世界联系起来的整个有机体,那么,类似于符号化和程序化的计算机式的神经网络就仍然有很长的路要走”^[21]。造成困难的另一个重要因素是,联结主义自身仍然难以摆脱认知科学中最棘手的常识知识问题。虽然迄今为止研究者已经提出了50多种人工神经网络模型,并广

泛应用于模式识别与图像处理、控制与优化、金融预测与管理以及通信等领域,但是人们已经从理论上研究了现有神经网络模型计算能力的局限性,认为它们仍然不能解决基于经典的符号逻辑所不能解决的人工智能中的困难,更不可能模拟人类意识。^[22]

人类的意识是对于自我、对于世界的相互作用、对于思想产生过程以及对自己的控制,或至少是部分控制这类思想过程的能力的一种认识,^[23]关于意识问题克里克 20 世纪 90 年代曾提出惊人假说:“现在是可以科学的方法研究意识的时候了”。^[24]而科学研究中的意识主要是觉知,是与感知、认知和记忆的有意识的心脑活动相伴随的一种脑的活动。意识的最重要特征是的它的意向性、自指性、非局域性等,依照彭罗斯的说法,这些特征是超越逻辑的,因此是超越目前的算法的,甚至我们的物理理论,包括量子力学,还是无法刻画意识的本质规律。艾德尔曼(G. M. Edelman)认为,人的意识和心智活动是动态的达尔文过程,所有行为现象都是由神经细胞活动的时空模式决定的,意识和心智活动无非是大量神经活动中模式选择“胜者为王”的结果,艾德尔曼强调的恰是意识的自涌现机制。^[25]霍兰等人认为,意向性意识(对意识某对象的认识)涌现于集群系统动力学,并由环境激发。他曾对意识和认知的涌现特征作了极为精细地分析,但是,依照他 1998 年的说法,我们目前还没有理论和模型能够清楚地表现意识的自涌现的现象,也没有人工系统,能显示每个神经元主体与成百上千的通过突触连接的其他神经元主体的相互作用,显示相互连接的神经元主体中存在的大量的反馈回路,如何使单个的神经元主体可能属于成百上千个回路。他断言,从我们现在有关机器的知识推断,符合这种要求的机器在复杂性上至少要高出三个数量级。^[26]因此探索意识的复杂性还有相当长的路要走。虽然目前已有一些借助人工神经网络模拟意识的研究取得了一些进展,例如泰勒(J. D. Taylor)的分阶段的意识神经网络模型表明实现某些意识特征,甚至更高意识的可能性,但是,拉多文(M. Radovan)1997 年已经证明,这种人工神经网络表达的联结主义方法的表达能力从根本上与传统的符号逻辑主义表达的能力是等价的,特别是卡普兰(G. Caplain)1997 年已经证明,传统的符号

逻辑方法不能描述意识现象。^[27]

（三）在模拟人类自适应、自学习和与环境作用能力的局限

认知可计算主义纲领指导下的行为主义工作范式的基本出发点是,略去知识的表达与推理的环节,考虑在感知与行为之间建立直接的联系,期望认知主体在感知刺激后,通过自适应、自学习、自组织方式产生适当的行为响应。行为主义者坚信,认知行为是以“感知—行动”的反应模式为基础的,智能水平完全可以,而且必须在真实世界的复杂境域中进行学习训练,在与周围环境的信息交互作用与适应过程中不断进化和体现。专家们从研制具有自学习、自适应、自组织特性的智能控制系统,开发各种工业机器人和自主智能机器人开始,到 20 世纪 90 年代,在行为主义工作范式下进一步发展成了人工生命和模拟进化计算的研究。这时,认知科学研究已经开始不局限于基于规则的系统,转而进入建立在细胞自动机理论、形态形成理论、非线性科学理论和遗传理论之上的人工生命研究,并试图通过用计算机生成自然生命系统行为的仿真系统,了解真实世界中的生命和生命过程。这一领域的有效工具是采用信息数学模型模拟进化的遗传算法。依照人工生命倡导者的愿望,如果能够在机器上进化出生命,智能将自然产生。这样,人工生命专家期待的就不是要构造大脑,而是要通过遗传算法、进化计算通过计算机程序“进化”出大脑,“进化”出意识。

但是,如果计算仅仅局限于图灵机可计算的范围,模拟进化的过程怕是一个没有终点的过程。毕竟人类的进化在视觉及运动肌肉的控制方面经历了数百万年,在语言和逻辑推理方面也已经历了几千年。人类的领悟能力、运动肌肉控制能力、对外界的反应能力这些本能,以及常识推理的能力、问题解决的能力及创造力显然不仅仅是计算所能实现的。甚至认知可计算主义纲领的倡导者明斯基 1990 年也不得不承认,人脑在进化过程中形成了许多用以解决不同问题的具有高度特异性的结构,认知和智能活动不是由建基在公理上的数学运算所能统一

描述的现象。无论是符号主义还是联结主义都受唯理主义倾向的影响,都是在物理学中获得成功的方法和简单漂亮的形式系统来解释智力。因此他主张,要在认知科学领域有实质性突破,应当放弃唯理主义哲学,从生物学而不是物理学中去得到启示和线索。^[28]实际上,人工生命和人工意识的探索者们目前已经转向了“以自然为基础”的研究,这正是我们将关注的,如何将“计算”的概念从传统的图灵可计算概念进一步拓展,倡导一种“算法+自然机制”的新的研究纲领和研究模式。

五、拓展计算概念,倡导新的研究纲领

通过以上分析,我们看到,单纯的以传统的图灵可计算的算法概念为基础,计算主义强纲领遇到了理论和实践上的困境,而且对这种纲领的质疑之声一直不绝于耳,大致上,反对计算主义的哲学路线有三^[29]:休伯特·德莱弗斯(H. Dreyfus)和斯多尔特·德莱弗斯(S. Dreyfus)兄弟所开辟的现象学路线;塞尔(J. Searle)等人主张的反行为主义路线;鲁卡斯(J. Lucase)和彭罗斯(R. Penrose)等人诉诸哥德尔不完全性定理的路线。这三条路线中,德莱弗斯的思考依赖于对目前认知科学困境的反思;塞尔则靠一种隐喻和哲学思辨策略;惟独彭罗斯运用了数学原理、信息科学、认知心理学和物理学的理论分析,因此论证内容最为丰富,也是最有说服力,最难以反驳的。恰如弗里德曼所言,他的论证“让人工智能学者恨得咬牙切齿却不知如何回应,只好假定彭罗斯将自生自灭,然后继续他们的工作”。^[30]

一部分专家曾认为,目前计算机量级规模上的局限性,制约了人工智能实现高级人类心智。因为大脑的神经元及其连接构成了规模无比的神经元集群网络,因此,只要计算机的集成电路中基本元件与连接规模超过大脑的神经元与连接的规模,就能指望计算机像大脑一样自动涌现出高级心智现象。目前硅基材料的计算机远远达不到如此规模,应当寄希望于光子计算机、量子计算机和生物计算机。例如密尔本1999年提出,满足多奇原理的计算机只能是利用量子叠加效应实现大

规模的高效并行计算的量子计算机。但是,密尔本已经断言,无论量子计算机的速度多快,仍是一种建立在量子图灵机基础上的计算机,丘奇-图灵论题依然是量子计算机的理论基础。因此在我们看来,量子计算机不过是实现图灵机算法的另一物理装置而已,试图以量子计算机模拟整个人类智能仍然没有超出“认知可计算主义”纲领的指导。^[31]

正是由于对计算主义强纲领的反对浪潮和对计算机技术的反思,刺激了认知科学开始寻求新的突破。20世纪90年代以后,在机器模拟方向认知科学工作者开始另辟蹊径,不再局限于传统的计算和逻辑手段,而开始尝试“以自然为基础”的研究工作,研究所依赖的基础是分子生物学、神经科学、量子力学以及复杂性科学。研究方法除了借助物理装置的计算机外,还引进了生物学和物理学的“自然机制”,因此,目前传统的人工智能虽举步维艰,而建立在自然基础上的“半人工化”的人工智能研究却有蓬勃发展之势。在这个方向作出探索的有哈肯、阿德勒曼、哈麦霍夫等(他们借用分子生物机制研究半人工智能的工作包括DNA计算机的研制),哈莫洛夫、施韦策(P. Schweitzer)、阿莫罗索(R. L. Amoroso)等(他们借用量子物理机制进行的半人工意识的研究)。^[32]另外,还有人倡导“生物学计算”的新模式,依照这一方向研究者的愿望,这种“计算”的对象不是人工神经网络系统,而是在一个适宜的营养基中进行生物学意义的生长的神经元系统根据构建系统的计算要求,自组织完成定型的生物学过程。它既不同于作为抽象神经元计算机模型的人工神经网络,也不同于利用DNA分子的化学性质的DNA计算机,是人工培养的神经元能够进行真正生物学上类似人脑那样的操作。当然,所有这些探讨仅仅是将计算概念拓展的初步尝试,距离实现人类智能还相差甚远,但毕竟为我们倡导新的研究纲领提供了重要启示。

六、我们的结论

以上,我们对计算主义强纲领下的各种观点提出了质疑,而物理过程、生命过程和认知可计算主义推广到极致,就是“宇宙是一台巨型计

算机”的断言。而一些学者为此强硬论断提供的论据是,既然康韦(J. C. Conway)已经证明,特殊配置的细胞自动机与图灵机等价,我们完全可以把宇宙看成一个无限大的三维细胞自动机,因此宇宙是一个巨大的[图灵机式]的计算系统,自然界这本大书是用算法写成的,甚至“从虚无到存在,从非生命到生命,从感觉到思维,实际上都是一个计算复杂性不断增加的过程,……现实世界的多样性不过是算法的复杂程度的不同的外部表现而已。”^[33]

我们知道,细胞自动机是数学家乌拉姆(S. Ulam)和冯·诺依曼为建立广义的“机器”模型通过数学定义出来的物理空间模型。尽管我们已知康韦的细胞自动机模型在某种意义上是检验复杂系统的有效工具。而且已经证明,任何能在计算机上通过建模实现的过程都能够按照康韦细胞自动机中的“物理机制”来模拟。^[34]但是,通过简单的分析我们不难看出,即使细胞自动机完全等价于图灵机,但从这种等价过渡到“宇宙可看成三维细胞自动机,因而是可计算的”,直至“自然界这本大书是用算法写成”这一飞跃,并没有任何逻辑的通道,也没有任何科学理论为其提供有说服力的辩护。况且如前面几部分论述,由于图灵机等价于形式系统,如果局限于图灵机算法可计算范围,我们将无法摆脱哥德尔不完全性定理设定的逻辑极限。尽管我们可以通过提高计算机运行速度解决目前不能解决的复杂问题,但借助逻辑手段,受到逻辑一致性的约束,任何超越逻辑运算的事情都是机器难以胜任的,等价于图灵机的细胞自动机无疑也包含了图灵机的所有局限性。因此,依照我们的立场,也许“宇宙是可计算的”这一论断暂且可以充当一种自然哲学,甚或一种无须提供论证的信仰,但它毕竟不是依赖于当前科学的进展得出的有理论依据的结论。而且我们对于在广义的意义上使用“计算”一词的计算主义的前景并无大的异议,毋宁说,我们质疑的是计算主义倡导者们为支撑其论断所采取的论证方式。^[35]

当然,由于哥德尔定理仅仅揭示了形式推理的极限,并没有设定人类理性的界限,图灵可计算的概念也未必永远不可超越。因此,我们在

认知科学中面临三种选择：或者完全放弃逻辑的人工手段，超越图灵机算法可计算概念，探索其他生物或物理途径，这样，前景将不可预测；或者仅仅依靠逻辑和图灵机算法，只求系统的局部一致性，局部模拟人类的某一部分智能，做计算机能够做到的事情，这样，认知科学和人工智能的原初目标将不得不予以修正。另一种较为现实的选择是，正视图灵机算法可计算概念的有效范围，倡导基于“认知是算法不可完全的”理念指导的新的研究纲领和以自然为基础的“算法+自然机制”的模式，用以解决认知科学的深层的用图灵机不能解决的问题。这样，我们就将传统的计算概念拓展到“算法+自然机制”上，采取一种新的方法论策略：将能够归约到计算层面的问题，采用算法来实现，不能归约到计算层面的问题，采用某种自然机制实现。^[36]目前，如前所述的认知科学的一系列进展，无疑为我们倡导新的研究纲领提供了逻辑和现实的可能性。

另一方面，我们认为，迄今为止，对于物理世界、对于生命的本质我们只有极为肤浅的理解，对于大脑的运作机制、意识的本质、智能的本质等我们几乎没有建立起一个恰当的理论体系，对于认知的复杂性更没有形成量化的复杂性科学理论，这也正是认知科学所有的理论困境和实践困难的另一个重要根源。处在不断进化之中的人类心智活动的内在机制及其体现出的灵活性、选择性和自涌现性仍然是我们今天的科学不能完全解释的，建基于图灵机算法可计算的认知可计算主义纲领显然不足以深刻把握其本质。新的以自然为基础的“算法+自然机制”的模式虽然提供了一条新的研究进路，但是，能否像另一批乐观主义者所断言的，以自然为基础的人工智能已经跑在快车道上，可能在今后几十年里，人类就可以建构出堪与人脑相匹敌的半人工化的智能来，^[37]我们将拭目以待。毕竟在没有足够科学证据支持的情况下，对于认知科学前景的任何主观臆测和哲学思辨都难免武断和不完全。

注释与参考文献:

- [1] Nils J. Nilsson. Artificial Intelligence: A New Synthesis. Morgan Kaufmann Press, 1998
- [2] Micheal Sipser. Introduction to the Theory of Computation. 张立昂等译. 计算理论导引. 北京:机械工业出版社, 2002, 第 5、6 章
- [3] John L. Casti, DePauli Werner. Gödel: A life of Logic. Perseus Publishing, 2000, 189
- [4] D. Deutsch. Quantum theory, The Church-Turing Principle and Universal Quantum Computer. Proceedings of the Royal Society of London, Vol. 400, 1985, 97
- [5] 王浩. 人或电脑会有灵魂吗?. 心物对应说和物理程式主义. 二十一世纪, 1993(4), 104
- [6] Wang Hao. From Mathematics to Philosophy. New York: Humanities Press, 1974, 326
- [7] 杰拉德·密尔本. 费曼处理器. 郭光灿等译. 南昌:江西教育出版社, 1999, 115
- [8] Marian B. Pour-El, J. Ian Richards. Computability in Analysis and Physics. Springer-Verlag, 1989
- [9] 罗杰·彭罗斯. 皇帝新脑. 许明贤等译. 长沙:湖南科学技术出版社, 1994, 214~215
- [10] 参见 Wang Hao. On Physicalism and Algorithmism; Can Machines Think? Philosophia Mathematica, Philosophy of Mathematics, Its Learning and Its Application, Series. III. 111~112
- [11] 转引自 Wang Hao. On Physicalism and Algorithmism; Can Machines Think? Philosophia Mathematica, Philosophy of Mathematics, Its Learning and Its Application, Series. III. 111
- [12] 约翰·卡斯蒂. 虚实世界. 上海:上海科技教育出版社, 1998, 198~201
- [13] 约翰·卡斯蒂. 虚实世界. 上海:上海科技教育出版社, 1998, 41~42
- [14] 当然, 目前的“遗传算法”概念已经不完全在霍兰(J. Holland)最初的意义上使用, 遗传算法与进化策略和进化规划三者已经构成了进化计算的主要构架, 20 世纪 90 年代进化计算在人工智能和优化问题的研究中取得许多成就。参

见阎平凡等. 人工神经网络与模拟进化计算. 清华大学出版社, 2002, 357

[15] 参见特瑞·波素马特尔. 沙地上的图案——计算机、复杂和生命. 陈禹等译. 南昌: 江西教育出版社, 1999, 200

[16] 约翰·卡斯蒂. 虚实世界. 上海: 上海科技教育出版社, 1998, 125~127

[17] L. M. Adlems. Computing with DNA. Scientific American, 279(2): 54~61, 转引自李建会. 现代若干科学前沿的计算主义哲学蕴意. 见: 当代科技革命与哲学创新学术研讨会论文集, 杭州·千岛湖, 2002年10月, 164

[18] C. G. Langton. Life at the Edge of Chaos, Artificial Life II. SFI Studies in the Sciences of Complexity, Vol. X. C. G. Langton, C. Taylor, J. D. Farmer, S. Rasmussen, eds. Proc. . Redwood City, CA: Addison-Wesley, 1991, 41~92

[19] 参见 Cummins Robert, Cummins Dannise Dellarosa. Minds, Brains, and Computers; the Foundations of Cognitive Science. Blackwell Publishers, 2000, 84~94

[20] 德莱弗斯. 造就心灵还是建立大脑模型. 1988; 玛格丽特·博登. 人工智能哲学. 刘西瑞, 王汉琦译. 上海: 上海译文出版社, 2001, 436~440

[21] 玛格丽特·博登. 人工智能哲学. 刘西瑞, 王汉琦译. 上海: 上海译文出版社, 2001, 451~452

[22] 阎平凡等. 人工神经网络与模拟进化计算. 北京: 清华大学出版社, 2002, 11

[23] 戴维·弗里德曼. 制脑者. 张陌译. 北京: 三联书店, 2001, 197

[24] 弗朗西斯·克里克. 惊人的假说. 汪云久等译, 长沙: 湖南科学技术出版社, 1998

[25] 参见周昌乐. 关于人工意识研究途径的哲学反思. 清华大学科学技术中的哲学问题学术讨论会论文集, 2002年11月

[26] 约翰·霍兰. 涌现. 陈禹等译. 上海: 上海科学技术出版社, 2000, 269

[27] 周昌乐. 关于人工意识研究途径的哲学反思. 清华大学科学技术中的哲学问题学术讨论会论文集, 2002年11月

[28] 21世纪初科学技术发展趋势. 北京: 科学出版社, 1996, 108, 314

[29] 三条路线的基本出发点是, 物理世界、生命、特别是人类的认知行为不能被简单地看作是遵循规则行事的. 人类的心灵、大脑和计算机之间存在着“本质差别”, 大脑的功能也许可以说是一台计算机, 但更深层的以意向性为核心的心智活动绝不是计算机的算法可穷尽的. 哥德尔的不完全性定理已经设定了人工智能在

洞察数学真理方面的极限,超过人类智能的计算机不过是强人工智能专家所钟爱的一副“皇帝新脑”而已

[30] 戴维·弗里德曼. 制脑者. 张陌译. 北京:三联书店,2001,204

[31] 刘晓力. 从丘奇-图灵论题到多奇原理. 自然辩证法研究,2002,逻辑专刊

[32] 参见戴维·弗里德曼. 制脑者. 张陌译. 北京:三联书店,2001;也参见周昌乐. 关于人工意识研究途径的哲学反思. 清华大学科学技术中的哲学问题学术讨论会论文集,2002年11月

[33] 郝宁湘. 计算:一个新的哲学范畴. 哲学动态. 2000(11):32~36. 也参见李建会. 现代若干科学前沿的计算主义哲学蕴意. 当代科技革命与哲学创新学术研讨会论文集,杭州·千岛湖,2002年10月

[34] 约翰·霍兰. 涌现. 陈禹等译. 上海:上海科学技术出版社,2000,147~151

[35] 有人认为,宇宙的一切如果是可计算的,我们将面对一个冷冰冰的世界,如果心灵是可计算的,人类的尊严及其独特地位将受到挑战,因而不能成立. 我们认为,这种论证更多的是依赖于价值判断,是将愿望与事实相混淆,用情感代替论证的思维方式,这里不予讨论

[36] 周昌乐. 关于人工意识研究途径的哲学反思. 清华大学科学技术中的哲学问题学术讨论会论文集,2002年11月

[37] 戴维·弗里德曼. 制脑者. 张陌译. 北京:三联书店,2001,210

认知意义的判断标准^[1]

王 巍

(清华大学科学技术与社会研究中心, 北京: 100084)

目前整个西方哲学可以大致地分为两大阵营: 英美分析哲学和欧陆思辨哲学。英美分析哲学最早可追溯到洛克、贝克莱、休谟这些英国哲学家, 他们通常都是经验论者, 强调一切从日常经验出发, 反对空想式的思辨。所以他们的文风比较清晰易懂。现代西方科学哲学主要继承了经验论和实证论传统, 因此基本上属于英美分析哲学的范围。

欧陆思辨哲学代表人物为黑格尔、海德格尔、胡塞尔、柏格曼等人, 他们在欧洲大陆的国家, 如德国、法国, 有着深远而广泛的影响。他们大多以建立理论体系为主, 试图为世界提供系统的世界观。在这一点上黑格尔尤其突出, 他试图用辩证法建立无所不包的体系, 来解释自然、历史、艺术、宗教等一切现象。黑格尔的哲学 19 世纪在欧洲大行其道, 占据了主导地位。

艾耶尔称 20 世纪哲学的开始于“叛离黑格尔”。^[2] 尤其是逻辑经验主义者, 他们试图追问语言的意义, 从根本上来否认思辨哲学。例如赖欣巴哈就引用黑格尔在《历史哲学讲演录》绪论中的一段话:

理性是实体, 也是无限的力, 作为一切自然生命和精神生命的基础的它自己的无限物质; 它同样也是使物质运动的无限形式。理性是一切事物从中获得存在的实体。^[3]

赖欣巴哈认为这段话既不是正确的, 也不是错误的, 而是含糊不清, 根本没有意义的。

思辨哲学为什么没有意义? 什么样的语句才是有意义的? 这就涉

及到意义标准的问题。

一、意义标准的提出

其实早在 18 世纪,休谟就明确地反对无意义的思辨,只是还没有明确地为意义标准提出界定。他写道:

我们如果在手里拿起一本书来,例如神学书或经验哲学书,那么我们就可以问,其中包含着数和量方面的任何抽象推论么?没有。其中包含着关于事实和存在的任何经验的推论么?没有。那么我们就可以把它投在烈火里,因为它所包含的没有别的,只有诡辩和幻想。^[4]

孔德也有类似的看法。逻辑实证论继承了经验论和实证论的传统,其代表人物石里克宣称:

哲学不是一种知识的体系,而是一种活动的体系,这一点积极表现了当代的伟大转变的特征;哲学就是那种确定或发现命题意义的活动。哲学使命题得到澄清,科学使命题得到证实。科学研究的是命题的真理性,哲学研究的是命题的真正意义。^[5]

卡尔纳普也认为,语言的逻辑分析将表明,形而上学的全部断言陈述都是无意义的,从而彻底清除形而上学。^[6]他提出,如果我们想要判断一个词是否有意义,需要首先确定该词的句法,即它在最简单句型中的出现方式。如“石头”的基本句型是“×是一块石头”。其次,对于包含该词的基本句子 S,必须回答一个问题,这个问题可以用不同方式表述:

- (1) S 可从什么句子推出来,从 S 又可推出些什么句子?
- (2) 在什么条件下 S 被假定为真的,又在什么条件下 S 被假定为假的?
- (3) S 应如何证实?
- (4) S 的意义是什么?

例如“石头”的基本句型“×是一块石头”是可以直接观察为真或假

的,因此是有意义的。“节肢类”一词虽然较为抽象复杂,但它的基本句型“ $\times$ 是节肢类”,可以从“ $\times$ 是动物”、“ $\times$ 有分节的身体”、“ $\times$ 有有关节的腿”等句子中推出来。由于这些句子是“观察句子”或“记录句子”,所以“节肢类”是有意义的词。

卡尔纳普将分析结果总结为;令“ a ”为任何,“ $S(a)$ ”为出现这个词的基本句子。“ $S(a)$ ”有意义的充要条件为以下任意一种表述(这4种表述其实讲的是同一件事):

- (1) 已知 a 的经验标准;
- (2) 已知规定了“ $S(a)$ ”可以从一些什么记录句子推出来;
- (3) “ $S(a)$ ”的真值条件确定了;
- (4) 已知“ $S(a)$ ”的证实方法。^[7]

如果我们要创造一些新词,也应该满足上述要求。

但是许多形而上学的术语不能满足上述条件,卡尔纳普以“本原”(principle)为例子。“本原”原先有“开端”(principium)的意思,即时间上在先,但形而上学剥夺了它的原义,提出“形而上学在先”。但什么是“形而上学在先”?形而上学家对此却没有明确的标准。对“……本原”在什么条件下为真或为假,形而上学家的回答往往模糊不清。据此,卡尔纳普认为形而上学的“本原”一词是没有意义的。

在表明词的意义之后,卡尔纳普进一步澄清句子的意义标准。首先,包含无意义词语的句子是没有意义的,如果“本原”是无意义的词,那么“世界的本原是水”就是无意义的句子。

即使一个句子的所有词都是有意义的,也可能整个句子没有意义。如果一个语句违反了语法规则,那么仍是没有意义的。卡尔纳普举了“恺撒是和”的例子,由于“和”在语法中是连词,不能用作谓词,因此这样搭配的句子是无意义的。又如“恺撒是一个质数”虽然符合语法,但“质数”是描述数字的特征,它不能和人名相搭配,因此整个句子仍是无意义的“虚假陈述”。

当然,上述“虚假陈述”的例子还是比较明显的。在卡尔纳普看来,形而上学就类似这样的“虚假陈述”,只不过伪装得更巧妙、更精致而

已。他举了海德格尔的《形而上学是什么》中的一段话来批评：

这个“没有”怎么样？……没有之所以存在，只是因为“不”即“否定”存在吗？……还是刚刚相反？“否定”和“不”之所以存在，只是因为“没有”存在吗？……我们断言：“没有”先于“不”和“否定”而存在。……我们到哪儿寻找“没有”呢？我们怎样找到“没有”呢？……担忧揭示了“没有”。我们所担忧的和因而担忧的东西“确实”是——没有。实际上：“没有”本身——就这样——出现了。这个“没有”怎么样？——这个“没有”本身没有着。^[8]

这段话看起来很深刻、很思辨，卡尔纳普却认为它是无意义的。因为逻辑规定“没有”的逻辑形式是 $\exists x$ ，所以我们可以说“没有独角兽”，“没有外星人”，这些陈述的句子可写成 $\exists x f(x)$ 的逻辑形式。“没有”概念必须和其他谓词搭配来能形成完整的命题，单独讨论是没有意义的。例如我们不能说“没有没有”，因为这段话的逻辑形式将会写成 $\exists x \exists x$ ，但这违反了逻辑规则。同样的，我们也不能说如何找到“没有”或揭示“没有”。

所以逻辑经验主义（包括逻辑原子主义和逻辑实证主义）都强调，哲学所做的工作是语言分析。他们认为有意义的句子包括两部分，一是分析命题，即可以由逻辑和语法确定其真假的语句，它包括分析真句和自相矛盾句；二是综合命题，即对世界有所描述、具有经验内容的语句。

哲学家所做的工作类似于邮件分拣员，把有意义的语句中的分析命题交给数学家、逻辑学家、语言学家；综合命题则交给科学家去处理；剩下的语句是没有意义的，形而上学就是这一类的语句。

对于无意义的形而上学语句，早期的哲学家如孔德、休谟态度较为极端，建议将这类书烧掉。但石里克对此持较温和的态度，他把形而上学作为诗歌，认为它表达了人生态度，所以仍然有人生意义。

例如唐诗“白发三千丈，缘愁似个长”不是对世界的描述，没有真假值可言，但它仍给人类带来欢愉。同样的，石里克认为柏拉图的《理想

国》、奥古斯丁的《忏悔录》等提供了很有用的人生教诲,所以虽然不符合逻辑经验论的意义标准,但这些古代哲学经典仍有重要的意义。卡尔纳普也把形而上学称为“艺术的替代物”,认为“形而上学家是没有音乐才能的音乐家”,并表示了对尼采用诗歌来写作哲学的欣赏。因此,后来逻辑实证论者把意义标准中的“意义”进一步限定为“认知意义”(cognitive significance):^[9]形而上学没有认知意义,但是有人生意义。

总之,逻辑实证论者提出意义标准,是为了将无认知意义的形而上学排除在哲学之外。但如何拒斥无意义的陈述呢?这就需要提出认知意义的判断标准。

二、可检验标准

认知意义的判断标准最初主要是可检验(testability)标准:一个陈述有认知意义当且仅当它是可以检验的。由于检验方式的不同,可检验原则可以细分为可证实原则(verifiability principle)、可否证原则(falsifiability principle)和可验证原则(confirmability principle)。

(一) 可证实原则

早期的逻辑实证论者首先提出的是可证实原则(verifiability)。例如石里克主张:“一个命题的意义,就是证实它的方法”。^[10]

可证实原则的逻辑形式可以写为如下形式,其中 O 代表观察命题, $O_1, O_2, \dots, O_n$ 是有限多的并且不互相矛盾的观察命题(通常要求这些观察命题之间互相独立); S 为待检查的陈述:

$$\{O_1, O_2, \dots, O_n\} \vdash S$$

可证实原则表明,一个陈述有认知意义当且仅当它能够被一系列的观察命题所证实。

可证实原则虽然非常直观,但它却有着致命的疏漏:忽略了全称命题。全称命题通常可以写成“所有 F 都是 G ”这样的形式。如果 F 的

数量是无限的,我们称之为“严格全称命题”。对于严格全称命题,无论我们观察的样本有多少,终究是有限数量,所以严格全称命题是无法证实的。如“所有天鹅都是白色的”,由于天鹅的数量可能是无限的,无论我们观察了多少只天鹅,都无法证实该命题。

科学定律通常是以严格全称命题的形式出现的,因此无法证实。那么根据可证实原则,这些科学定律都将被排除在认知意义之外,这显然是我们难以接受的。

此外,有人还构造了这样的反例:我们将一个能够由观察陈述推导出的命题 S,如“太阳系有九大行星”,和另一个任意义的无意义陈述 N,如“恺撒是质数”,析取得到 SVN ,即“太阳系有九大行星,或恺撒是质数”。

既然由一系列的观察陈述可以推导出 S,那么根据逻辑规则,也就可以推导出 SVN 。所以 SVN 符合可证实原则,应该是有认知意义的。但我们的直觉却告诉我们,一个复合句中如果含有无意义的句子,那么整个句子应该没有意义。所以这个反例提醒我们,可以借助析取式,使得任何无意义的陈述满足可证实原则,成为有认知意义语句的一部分。

反对证实主义的人还提出,如果一个命题为真,那么它的否命题为假,反之亦然。这表明一个有认知意义的命题,它的否命题也应该有认知意义。但对应“可证实原则”而言,存在命题(如“有金属具备热胀冷缩的性质”)是可以被证实的,因此有意义。但这些存在命题的否命题(如“所有金属都不热胀冷缩”)因为是全称命题,无法被证实,因此也就没有认知意义。一个有认知意义语句的否命题却没有认知意义,这显然有违我们对普通逻辑中真值表的理解。

因此“可证实原则”虽然是最早提出的认知意义的判断标准,但这一标准却是存在问题的。

(二) 可否证原则

波普通常被认为是“可否证原则”的提倡者,虽然他本人一再强调,

他所提出的“可否证原则”是区分科学与伪科学的划界标准,而非认知意义的判断标准。“否证”(falsify)即证明一个命题为假。国内很多书将其译为与“证实”相对的“证伪”,但“伪”对应的英文是(pseudo),并不等同于“假”(false)。本书其他章节会讨论到科学与伪科学的划界标准,因此将其译为“否证”,以示和“伪”的区分。

可否证原则的形式如下:

$$\{O_1, O_2, \dots, O_n\} \vdash \sim S$$

即一个陈述有认知意义,当且仅当它能够被一系列观察命题所否证。

在此波普巧妙地运用了逻辑上的不对称性。因为在量化逻辑中,全称量词“所有的……”和存在量词“存在……”是可以相互转换的:全称命题的否命题可写成存在命题的形式,反之亦然。这一转换可写成如下形式:

$$\sim \forall x f(x) \leftrightarrow \exists x \sim f(x)$$

例如“所有天鹅都是白色的”的否命题“不是所有天鹅都是白色的”,等值于存在命题“有天鹅不是白色的”。

我们日常生活所能直接观察到的通常可以写成特称命题,例如 Fa (如“ $\times\times$ 是天鹅”), $Fa \wedge Ga$ (如“ $\times\times$ 是白色的天鹅”,即“ $\times\times$ 是天鹅并且 $\times\times$ 是白色的”), $Fa \wedge \sim Ga$ (如“ $\times\times$ 是天鹅但不是白色的”)。

特称命题能证实存在命题。例如从 $(Fa \wedge Ga)$ 能够逻辑地推导出 $\exists x (Fx \wedge Gx)$, 即从“ $\times\times$ 是白色的天鹅”,可以推出“有天鹅是白色的”。但特称命题不能证实严格全称命题,即从“ $\times\times$ 是白色的天鹅”不能推导出“所有天鹅都是白色的”。由于全称命题的否命题可以写成存在命题的形式,如“所有天鹅都是白色的”的否命题为“有天鹅不是白色的”,所以全称命题不能证实,却可以否证。

然而,可否证原则作为认知意义的标准,也会有大量的反例。最突出的问题就是存在命题可以被证实,但它的否命题可以写成全称命题的形式,所以很多存在命题是不可否证的。这样,可否证原则将会把大

量的存在命题排除为没有认知意义的一类,这显然是不合适的。

例如我们通常认为“存在外星球生命”这一陈述是有意义的,这一命题也指引着科学家对宇宙进行探索。但“存在外星球生命”这一陈述可以证实,只要我们找到一个外星球生命就可以了。但这一陈述无法否证,因为宇宙可能是无限的,即使我们检查了大量的星球未找到外星球生命,仍然不能彻底否证这一陈述。

此外,我们还可以借助合取式,使得任何无意义的句子满足可否证原则。因为一个命题 S 如果能够被一系列的观察命题所否证,那么它与任何无意义句子 N 的合取 $S \wedge N$ 也可以被这些观察命题所否证。即 $S \wedge N$ 也可满足可否证原则,也应该是有认知意义的。但我们已说明 N 是无意义的句子,所以包含无意义陈述的复合语句也应该是无意义的。

可否证原则还有类似于可证实原则那样的问题:全称命题有认知意义,但作为它们否命题的存在命题却可能不能否证,因此没有认知意义。

波普再三辩解可否证原则是科学与伪科学的划界标准,而非认知意义的判断标准。科学命题通常是以全称命题的形式出现的,因此是可以否证的。但蒯因对此也提出了异议。他认为有些全称命题的内在形式比较复杂,也可能无法否证。例如科学会告诉我们“所有人都会死”,这一陈述是无法证实的,因为我们无法检查无限多的人。但这一陈述可以否证吗?

似乎我们只要找到一个反例,如“ $\times \times$ 是不死的”,就可以否证“所有人都会死”。但我们如果要找到这样的反例,就需要证实“对于所有时间 $\times \times$ 都活着”。这等于证实一个严格全称命题,是无法完成的。所以“所有人都会死”既无法证实,也无法否证。^[11]

(三) 可验证原则

艾耶尔则是可验证原则的提倡者,他提出一个陈述是有认知意义的,当且仅当这个陈述和其他辅助假说合取时,能够推导出观察命题,并且这些观察命题不能由辅助假说单独推出。可验证原则的逻辑形式如下:

$\{S, H\} \vdash O_1, O_2, \dots, O_n$, 并且 H 不能 $\vdash O_1, O_2, \dots, O_n$

例如我们想知道万有引力定律是否有认知意义,可以把它和一系列的辅助假说(如地球质量和半径的数据,不考虑地球自转和空气阻力)合取,推算出某个物体下落时的距离与时间的分布关系。这些分布数据是可以观测的,而且这些数据不能由上述辅助假说单独推导出来,因此我们认为万有引力定律是有认知意义的陈述。但是对于“理性是无限的力”这样的句子,无法和辅助假说合取后推导出观察命题,因此是没有意义的。

可验证原则与之前的可证实原则、可否证原则相比,它原则上可以允许全称语句和存在语句有意义。例如“所有天鹅是白的”这样的全称句,与辅助假说“ $\times\times$ 是天鹅”合取后可以推出“ $\times\times$ 是白色的”;而“存在外星人”这样的存在句,也可以和辅助假说合取推出“ $\times\times$ 是外星人”。因此艾耶尔希望可验证原则能够成为比可证实原则和可否证原则更好的意义标准。

但可验证原则也有自身的问题,我们可以取一个没有意义的语句 N ,再加上辅助假说 $N \rightarrow O$,二者合取可以推导出观察命题 O ,而这个观察命题又不能由该辅助假说单独推出。这样一来,任何无意义的语句都可以通过相应的辅助假说来推导出观察命题,从而满足可验证原则。

针对这种情况,艾耶尔为可验证原则补充了一个条件:辅助假说 H 或者为分析命题,或者可单独验证。 $N \rightarrow O$ 不是分析命题,又无法单独验证,因此不能成为辅助假说。

但修改后的可验证原则仍然有问题。如果一个语句 S 满足可验证原则,那么它和任何无意义语句 N 的合取 $S \wedge N$,也满足可验证原则。这样一来,仍然会把无意义的语句引进来。

支持可验证原则的学者仍想进一步修改、完善可验证原则。但逻辑学家丘奇(Alonzo Church)构建了“丘奇公式”,它表明任何陈述只要辅以该公式作为辅助假说,都可以满足可验证原则。丘奇公式的形式为^[12]

$$(\sim O_1 \wedge O_2) \vee (O_3 \wedge \sim S).$$

这一公式与 O_1 合取时,可以推导出 O_3 ,因此丘奇公式是可以单独检验的,即满足可验证原则中对辅助假说的要求。当丘奇公式作为辅助假说,与任何的陈述 S 合取时,我们可以推导出 O_2 ,因此 S 满足可验证原则。但我们已规定 S 可以为任何句子,所以任何无意义的陈述也可以通过丘奇公式的辅助假说,满足可验证原则。丘奇公式的提出,使得哲学家彻底放弃了可验证原则作为认知意义的判断标准。

三、可翻译性原则

哲学家试图寻找合适的可检验原则作为认知意义的判断标准,但他们所提出的原则总会有逻辑上的困难,因此许多哲学家转而将“可翻译性(translatability)原则”作为认知意义的判断标准。

“可翻译性原则”最主要的思路是建构一套具有经验内容的人工语言,然后约定某个陈述是有认知意义的当且仅当它可以翻译为该语言。

这样的人工语言 L 将由基本词汇表以及语法规则组成。 L 的词汇表包括:(1)逻辑连词(如“非”、“或”、“如果……那么……”)量化符号(如“所有”、“存在”)以及集合论的词汇;(2)观察谓词,如“是白色的”“是天鹅”等,它们构成了 L 的基本词汇;(3)其他可以从(1)和(2)定义而来的词汇。人工语言 L 的语法规则主要是当代逻辑系统的句法,如 PM 系统的生成规则等。

可翻译原则比起可检验原则确有许多改进之处:首先,可翻译原则可以包括所有的量化符号,因为全称量词和存在量词都属于语言 L 的基本词汇;其次,无认知意义的语句,如“恺撒是质数”不能再通过逻辑连词(如合取或析取)的方式引入,因为一个复合语句中包含这样的无意义语句,是无法完全翻译的;此外,因为根据逻辑规则,一个命题加上逻辑连词“非”后成为否命题,因此其否命题满足可翻译原则,和原命题一样都是有意义的,这就可以避免可检验原则遇到的这一类问题;我们在前面已经表明,通过合适的逻辑构造,任何无意义的句子都可以满足

可检验原则,可翻译原则最大的好处是不会把所有的句子都判断为有认知意义,因为无意义的句子最终是不可翻译的。

可翻译原则有这么多的好处,现在的主要问题是**如何翻译**? 尤其是如何将理论术语或趋向术语(dispositional term)翻译为可观察的语句? 例如玻璃具有“易碎的”性质,但“易碎的”并不是直接可观察的,而是趋向术语,即只有满足某些条件时才会发生。因此,对于可翻译性原则就有了可定义性要求(requirement of definability)和可还原性要求(requirement of reducibility)。

(一) 可定义性要求

可定义性要求主要是主张所有的理论术语都是可定义的。例如有些科学家和哲学家试图将理论术语定义为一系列的操作。美国物理学家布里奇曼(P. W. Bridgman)在1927年出版的《现代物理学的逻辑》中,提出了操作主义(operationism)。布里奇曼对物理学有深入的研究,曾因对高压的研究而在1946年获得诺贝尔奖。根据操作主义的可定义性要求,一个术语有认知意义当且仅当它能够由观察术语来定义,

理论术语=df 观察术语

爱因斯坦在相对论中,通过一系列操作来定义“同时性”和“时间”概念,可以视为操作主义之典范。当然布里奇曼提出操作主义要比爱因斯坦提出相对论的时间要晚,因此操作主义的提出很可能受到了爱因斯坦的影响,而非相反。

在经典力学中,牛顿对时间和空间的概念都语焉不详,未作明确的定义或说明。尤其是绝对时间和绝对空间的提出,更是借助了宗教背景。所以马赫最早从实证主义的角度,对绝对时间和绝对空间概念提出了批评。

爱因斯坦继承了马赫的批评思想,他试图将时间和空间概念还原为一系列的操作。例如他设想通过操作来定义“同时性”,有了“同时

性”概念之后,我们可以制造一批一模一样的钟表,让它们同时运作,就可以计算“时间”了。

同一地点的同时性很好说明,我们可以直接观察到某地两个事件同时发生。异地的同时性如何说明呢?爱因斯坦设想在 A 、 B 两个地点的中点 M ,以 45° 角分别放两面可以反射 A 、 B 两点事件的镜子,我们就可以在 M 点同时观察到 A 、 B 两点情况。如果我们再制造相同的钟表,使得它们在 A 、 B 两点指向同一刻度并同时运作,那么我们就可以用这个方法定义 A 、 B 两点的时间相同。

以上同时性的操作都是在一个参照系中完成的,如果参照系不同,那还有“同时性”概念吗?假定静止的月台和运动火车为两个参照系,我们可以通时镜面反射确定在某一时刻月台上的 A 、 B 两点和火车上的 A' 、 B' 两点相对应。 A 、 B 的中点为 M , A' 、 B' 的中点为 M' 。 M' 根据速度叠加原理应该时间不一样,所以提到同时性应考虑参照系,时间也应该是相对的。爱因斯坦据此提出了时间和空间都是相对的,并建立了相对论体系。

操作主义虽然在物理学上获得过巨大的成功,但它会遇到逻辑上的问题。例如我们可以将“聪明”定义为这样的操作:“做 IQ 测试得分大于 120”。于是我们得到: X 是聪明的当且仅当 X 做 IQ 测试,得分大于 120。它的逻辑形式为:

$$X \text{ 是聪明的} \leftrightarrow (X \text{ 做 IQ 测试} \rightarrow X \text{ 得分大于 } 120)$$

根据蕴含式的定义,当前项为假时无论后项真假,整个蕴含式为真。因此如果 X 没有做 IQ 测试,那么定义项的右端(X 做 IQ 题 $\rightarrow X$ 得分大于 120)应为真。根据“聪明”的定义, X 应该是聪明的。这样一来,所有不做 IQ 题的人都是聪明的。这和我们“聪明”概念的理解显然是不一样的。

有人想将“聪明”的操作定义改为:

$$X \text{ 是聪明的} \leftrightarrow (X \text{ 做 IQ 测试} \wedge X \text{ 得分大于 } 120)$$

但这样的定义会使得所有没做过 IQ 题的人,都不是聪明的。这也是我们不愿意接受的。因此操作主义的设想虽然很好,但仍有无法克服的逻辑困难。

(二) 可还原性要求

针对可定义性要求的无法克服的逻辑困难,卡尔纳普很巧妙地提出了“还原句”(reduction sentence)的办法来解决。他将聪明的定义表达式改为:

$X \text{ 做 IQ 测试} \rightarrow (X \text{ 是聪明的} \leftrightarrow X \text{ 得分大于 } 120),$

如果一个人做 IQ 测试,那么他是聪明的当且仅当他得分大于 120。这就避免了回答他不做 IQ 题时是否聪明的问题。还原句的特点是将一系列的操作语句作为蕴含式的前项,然后在后项中给出概念的等值条件式。

但需要指出的是,还原句只是一种部分定义。因为对一个概念的完整定义应该表明它在任何条件下的特征,所以它的一般形式应为“X 是 T 当且仅当 X 满足条件 C”。还原句是在操作条件下给出的定义,因此只是部分定义。对此,卡尔纳普将“可定义性要求”修改为“可还原性要求”:具有经验意义的术语必须是在观察术语的基础上,通过还原句而得到的。

但是可还原性要求也有自身的问题。例如“长度为 2cm”和“长度为 $2+10^{-100}$ cm”无法满足可还原性要求,因为这两个概念无法还原为日常观察,我们在实际的观察中无法区别 10^{-100} cm 这么小的长度。那么按照可还原性要求,这样的概念就是无意义的。但事实上这两个长度在数学上都是有意义的。

因此很多数学上以及经验科学上较抽象的概念通常也无法用还原句的形式来表示,这就使得可还原性要求可能把科学和数学中的核心概念排除在外。因此后来哲学家也放弃将可还原性要求作为认知意义的判断标准而转向整体论。

四、整体论的兴起

事实上,经验科学和数学都需要理论建构(theoretical constructs)。例如希尔伯特(David Hilbert)把欧氏几何公理化的过程中,把点、线、之间称为“原始术语”,而线段、角、三角、长度称为“定义术语”。这些定义术语是由原始术语建构得来的。根据理论建构模型,我们在现实生活中虽然无法区分 $\sqrt{2}$ cm 和 $\sqrt{2+10^{-100}}$ cm,但这两种长度都是可建构的,因此是有意义的。

如果抽象科学需要理论建构,那么我们还能怎样确定某个陈述是否有认知意义呢?根据理论建构模型,单个的陈述无所谓有没有经验意义。当我们谈论某个表达式 E 的经验意义时,往往需要两个因素:(1)该表达式所属的语言框架 L,它的规则决定了如何从给定陈述推导出观察语句;(2)E 出现的理论情境,如 L 提供的辅助假说。

因此我们可以说万有引力定律本身没有认知意义,但它和牛顿力学的其他定义和定律合用时,能够有经验解释,所以是有认知意义的。这样能够有经验解释的体系,被称之为“解释系统”(interpreted system)。认知意义不是针对单个的语句或术语,而是针对于整个理论系统而言的。一个理论系统是有认知意义的,是因我们能够以观察术语来解释它。

可定义性要求和可还原性要求都是希望通过观察术语来定义或还原理论术语,而根据“解释系统”,理论术语不是由观察术语定义的,而是相反,观察术语由理论术语来定义:

观察术语=df 理论术语

例如根据现代化学理论,“金”的定义为“原子序数为 79 的化学元素”。我们日常生活中可以直接观察到金,而“化学元素”、“原子序数”等概念却是无法观察的抽象概念。由于现代化学理论系统可以通过理论建构对日常经验有所解释,所以现代化学理论是有意义的。

同样的,卡尔纳普的关于“聪明”概念的还原句,可以改由“聪明”和“做 IQ 测试”来解释经验现象“得分大于 120”:

$$X \text{ 得分大于 } 120 \leftrightarrow (X \text{ 是聪明} \wedge X \text{ 做 IQ 测试})$$

“解释系统”的概念较好地回答了可定义性要求、可还原性要求所不能解决的问题。然而这一要求作为认知意义的判断标准,又显得过于松散了。因为我们可以在一个解释系统中加入形而上学语句。虽然整个解释系统可以获得经验的解释,但这些形而上学语句却可能是没有意义的。利奇(K. Reach)和纽拉特(O. Neurath)把这样的句子称之为“分离句”(isolated sentences):这些句子既非形式真句或形式假句,也不具有经验负荷,即省略后不会影响系统的说明与预测能力。我们如何在解释系统中排除这一类没有认知意义的分离句呢?

有了“分离句”概念之后,经验主义者试图这样修正认知意义标准:一个理论系统有认知意义,当且仅当对这个系统的解释足以使它没有分离句,即整个理论系统的所有语句对于最终的经验解释都是必不可少的。

但即使是这样的修正也有逻辑上的问题。假定 P_1 和 P_2 是观察谓词,而谓词 Q 为理论系统 T 中理论建构,它只出现在 T 的原始句中,并且省略 S_1 不会减少 T 的说明预测能力,因此 S_1 构成了一个分离句。

$$(S_1) \quad \forall x[P_1 x \rightarrow (Qx \leftrightarrow P_2 x)].$$

由于 S_1 是以还原句的形式出现的,根据卡尔纳普关于还原句的处理,我们可以将 S_1 视为对 Q 的部分定义,是分析句。同样的,我们可能以还原句的形式构建出另一个分离句:

$$(S_2) \quad \forall x[P_3 x \rightarrow (Qx \leftrightarrow P_4 x)].$$

由于这两个还原句都可以视为对 Q 的部分定义,是分析句。但 S_1 和 S_2 二者的合取却可以推出以下表达式:

$$(Q) \quad \forall x[\sim(P_1 x \wedge P_2 x \wedge P_3 x \wedge \sim P_4 x) \wedge (P_1 x \wedge \sim P_2 x \wedge P_3 x \wedge P_4 x)].$$

由于 $P_1 x$ 、 $P_2 x$ 、 $P_3 x$ 、 $P_4 x$ 都是观察谓词,因此语句 Q 是可以观察

的,具有经验意义。这显然和我们已有的逻辑知识相违背的:没有经验意义的分析命题的合取,居然推导出了有经验意义的综合命题!

因此一方面我们必须把“分析性”(analyticity)理解为相对于语言规则而言的;另一方面,陈述是否为分离句也是相对于理论系统而言的,因为增加 S_2 后可能使得原先分离的句子 S_1 变得有经验意义。

后来,亨普进一步把整体论的认知意义标准放宽,提出认知意义并非“有一无”二分而是有程度之分。他还提出比较不同理论系统的一些特征:(1)理论表述是清晰的、精确的,各元素之间的逻辑关系以及与观察术语的关联是明确的;(2)系统对于经验现象的说明力与预测力;(3)理论系统的形式简单性;(4)理论被经验证据验证的程度。

认知意义并非“有一无”二分而是有程度之分,这样的宽容原则,实际上是放弃了逻辑经验论严格的意义标准。所以有人(如卡尔纳普)把亨普关于认知意义的论文,作为逻辑实证主义结束的标志。^[13]

五、判断标准有没有认知意义

如果我们真的提出了较为完善的认知意义的判断标准,那么意义标准本身有没有认知意义呢?逻辑经验论者需要回答这个问题。

显然,认知意义的判断标准不是经验假说,它不是对世界的经验描述。但它也不是分析真句或矛盾句,因为我们也无法仅仅从逻辑和句法推导出这个标准。

对此,亨普的回答是,意义标准是一个“语言建议”(linguistic proposal),所以它没有真假可言。例如我们可以建议,把11月9日在北京召开的“科学技术中的哲学问题研讨会”定义为“11·9会议”。别人可以赞成这项建议,也可以反对它。但建议本身是没有真假可言的,我们不能说这次会议取名“11·9会议”是真的或假的,只能说这个建议是有意义的或无意义的。

评价认知意义的判断标准这项语言建议,是看它能否完成两个功能:对被定义项的分析是否充分;对被定义项是否可实现“理性重构”

(rational reconstruction)。亨普认为,我们在日常生活中需要把有认识意义的陈述和无认识意义的陈述区分开来,逻辑经验论的判断标准虽然存在这样或那样的问题,但确实是为“有认知意义”提供了理性的分析与重构,所以是恰当的建议。^[14]

六、小 结

逻辑经验主义主张拒斥无认知意义的形而上学,并提出了认知意义的判断标准。这些判断标准从最初的可检验原则,其中包括可证实原则、可否证原则、可验证原则,再到可翻译原则,其中包括可定义性要求和可还原性要求。但这些努力都遇到了逻辑上的困难,总能构建出反例。所以意义标准最终被迫转向整体论,并认为认知意义并非“有一无”二分,而是有程度之分。

意义标准的变化过程,成为了整体论兴起的理论背景。其实在库恩之前,也有很多哲学家从科技史的角度批评逻辑主义,但都未能在科学哲学中占据主导地位。正是由于逻辑主义自身的逻辑困难,库恩适逢其会,在1962年出版了《科学革命的结构》,导致了历史主义的兴起。

所以历史主义的兴起,绝不是因为过去的科学哲学家忽视了科学史研究,现在重新补上。而是因为逻辑主义本身出现了逻辑问题,才使得历史主义的出现成为必然。我们要懂得这一点,就需要理解其中的逻辑依据。

从现在来看,认知意义的判断标准已有些过时,不再是科学哲学的中心议题。事实上,逻辑实证论也都最终放弃了意义标准的截然区分。但表述要清晰,观点要有意义,已成为当今哲学研究的学术规范,这与逻辑经验论的贡献是密不可分的。

此外,逻辑经验论的哲学家勇于自我批判的精神,是很值得国内学术界仿效的。他们往往提出意义标准后,再自己找出反例来推翻它。这种精神比起那些死抱着自己观点不放,努力自我论证的哲学家来说,这样做哲学的方法无疑更值得赞赏。

注释与参考文献:

[1] 本文主要参考 Hempel C G. Problems and Changes in the Empiricist Criterion of Meaning. In: Nagel E, Brandt R B, ed. Harcourt, Brace & World, 1965. 17~27 以及 Hempel C G. Aspects of Scientific Explanation. New York: Free Press, 1965, 99~134

[2] Ayer A J. 二十世纪哲学. 李步楼等译. 上海译文出版社, 1987, 25

[3] 转引自 Reichenbach H. 科学哲学的兴起. 伯尼译. 北京: 商务印书馆, 1983, 7

[4] Hume D. 人类理解研究. 关文运译. 北京: 商务印书馆, 1982, 145

[5] Schlick M. 哲学的转变. 见: 洪谦编. 逻辑经验主义(上卷). 北京: 商务印书馆, 1982, 9

[6] Carnap R. 通过语言的逻辑分析清除形而上学. 见: 洪谦编. 逻辑经验主义(上卷). 北京: 商务印书馆, 1982, 13

[7] Carnap R. 通过语言的逻辑分析清除形而上学. 见: 洪谦编. 逻辑经验主义(上卷). 北京: 商务印书馆, 1982, 18

[8] 转引自 Carnap R. 通过语言的逻辑分析清除形而上学. 见: 洪谦编. 逻辑经验主义(上卷). 北京: 商务印书馆, 1982, 23

[9] 由于分析命题的意义较易确认, 而且分析命题不对世界作具体的描述, 所以对认知意义的讨论主要集中判断一个语句是否是综合命题, 即是否具有经验内容. 因此关于认知意义的讨论有时也被称为关于“经验意义”的讨论

[10] Schlick M. 意义和证实. 见: 洪谦编. 逻辑经验主义(上卷). 北京: 商务印书馆, 1982, 39

[11] Quine W V. On Popper's Negative Methodology. In: Schilpp P A ed. The Philosophy of Karl Popper. Illinois: Open Court, 1974, 219

[12] Scheffler I. The Anatomy of Inquiry. London: Routledge & Kegan Paul Ltd, 1964. 153~154

[13] 江天骥. 当代西方科学哲学. 北京: 中国社会科学出版社, 1984, 32

[14] 香港中文大学哲学系的李天命博士指出, 如果最终大家都接受了逻辑经验论的这项语言建议, 那么认知意义判断标准就会像“单身汉是王老五”这样的定义一样, 也为分析命题

理论对于经验的主导作用与整体主义

蒋劲松

(清华大学科学技术与社会研究中心,北京:100084)

笔者在“经验、理论与整体主义——兼与柯志阳先生商榷”^[1]一文中曾经主张,经验与理论都是认识活动中不可或缺的组成部分;经验是可错的,具有社会性;无论是经验还是理论都不具有独立自足的地位,都无法充当认识活动的牢固基础;整体主义应当突破经验主义的藩篱。

为了强调认识活动的整体性质,笔者在文章中指出,理论在科学认识中是不可缺少的基本要素,不仅科学研究的目的是要建立正确的理论,而且在科学研究的任何一个环节都离不开理论的参与。理论在认识活动可以促进经验的产生、帮助塑造经验以及对经验进行解释。经验在科学认识中要发挥作用总是离不开理论协同的作用。理论在认识活动中发挥着主导性的作用。

由于篇幅的限制,理论对经验作用的相关论述并未得到充分地展开,作为上文的进一步发展,本文将按照理论与经验的时间关系,详细探讨理论对经验的三种作用,并且探讨理论是如何通过理想实验构造“虚拟经验”的,希望这会进一步论证我对整体主义的支持。

一、理论对经验的先行激发作用

经验主义在正确地强调认识过程中经验的不可或缺的重要作用的同时,往往会忽视经验产生所依赖的条件,往往会无意识地接受一种没有根据的“事实相对自立性假设和自立性原则”。“这个原则并不断言,事实的发现和描述独立于一切理论过程。它是断言:属于某个理论的

经验内容的事实,其获得无关乎是否考虑过理论的种种可取替代……按照它,一个单一的理论被同一个事实类(或观察陈述类)相比较,这些事实据假定是以某种方式‘给予的’”。^[2]

但是,实际上在科学研究中经验的产生对于理论有很强的依赖性。在科学研究中,经验构成了重要的基础,但是并非任何一种经验都是有同等意义的。只有那些能与有关理论密切相关,并能提供新信息的经验才是最有意义的经验。而经验是科学实验的产物,科学实验是在一定理论的指导下进行的,获得有意义的新经验往往需要进行新的科学实验,常常要耗费大量人力、物力资源,所以经验的突破往往只有在理论突破的指导下才能产生。例如,爱丁顿的日食观测的经验对于广义相对论的确证发挥了非常重要的作用,但是为了获得这样的经验,要派遣两支观测队到地球上相距很远的两个地方,在日食的时候同时观测某个视位置在太阳附近的恒星。显然这样耗费资源的实践活动,要不是为了检验相对论,是很难设想的。所以,经验的产生往往对于理论是强烈依赖的。

正是在这种意义上,费耶阿本德(P. Feyerabend)才提出了著名的理论增殖原则,即为了扩展人类的经验,有必要鼓励不断提出新理论。“不仅每个单一事实的描述取决于某个理论。而且也还存在一些事实,若不是借助被检验理论的可取的替代理论,就不可能揭露它们,并且一旦排除这些替代,它们就成为不可得到的了。”^[3]“既然事情如此,可取的替代理论的发明和明确表达必须先于反驳事实的产生。”^[4]这样通过理论的增殖,来促进科学实验的增殖,最终达致经验的增殖。

实际上,不仅理论的增殖,可以通过科学实验的增殖来促进经验的增殖;而且有时候理论的会聚和收敛同样可以通过实验的增殖或收敛,来促进经验的增殖。例如,一旦爱因斯坦的相对论为科学界所接受甚至聚焦后,对于迈克尔逊-莫雷实验的其他理解方案被拒斥或冷落后,科学家就可以集中人力、物力以及各种研究资源来研究相对论,各种更加新颖和更加精确的经验就开始涌现了。T. 库恩所强调的常规科学活动中,科学家对于范式的教条主义态度,就是强调理论的会聚和收敛,对于科学实验在特定方向上的深化和扩展的影响,并进而深化和扩

展某一方面的经验。^[5]

所以,全面分析经验和理论在认识过程中作用的整体主义,比仅仅关注经验作用的经验主义更接近真理,能更好地指导我们进行认识活动。以上介绍的理论激发经验的生产,强调的就是理论先于经验的关系。

二、理论对经验的共时建构作用

所谓理论参与经验的建构,即我们通常所说的观察中渗透着理论,理论成为经验的一个内在的组成部分。对于不同的认识主体,处于相近的认识环境,面对相近的认识客体,由于所持有的理论不同,所获得的经验也不尽相同。这是因为经验的获得,不是主体对客体的刺激的被动反映(或反应),而是主体利用客体刺激主动认知的结果。

理论参与经验的建构,是在多个不同层次上进行的。在知觉层次上,现代心理学已经通过严格的实验证明了:对于相同的感官刺激,由于主体的背景信念不同,可以产生完全不同的知觉模式,如著名的鸭兔图。N. R. 汉森因此提出了“观察渗透着理论”的著名论断。^[6]这是因为持有不同的信念和理论的主体,对于研究对象的不同方面进行选择关注。如古代中国和西方对天象的观测能力相差不大,观测的经验也基本相似,但是由于不同的文化背景使得占主导地位的天文理论相差很大,所以对观测经验的解读就有天壤之别。中国古人更多地将日食、彗星、超新星爆发等“奇异”天象与灾祸联系在一起,更多关注偶然性的天象变化,所以彗星、超新星爆发、流星和流星雨以及太阳黑子的记录方面远远走在西方前面。^[7]而西方亚里士多德-托勒密体系关于太阳是完美无缺、不可能有瑕疵的偏见则大大地阻碍了太阳黑子的发现。西方古代的几何学传统则帮助西方人在构建宇宙模型的理论方面远远领先于中国,注重行星运动和黄道的视角则是西方在岁差认识上领先于中国的例子。^[8]而且,我们获得知觉的过程,实际上是将神经信号重新编码的过程,在编码过程中,占主导地位的信息量并非是来自外部的信息,相反主要是来自主体内部的信息。人的神经系统大约有 1 亿个外

部感受器,用于接受外部刺激。而接受内部信息的感受器却有 10^5 亿个。神经系统在整体上更像一个自我封闭的系统。^[9]

理论参与经验的建构的另外一种途径是理论为描述经验提供基本的语言框架。我们在科学认识活动中的经验都是以语言表述的、可以成为人类公共知识的陈述。相近的感官刺激,甚至相近的知觉,用不同的理论表述就会形成完全不同的认知经验。例如,在托勒密体系的支持者看来是太阳落山,而在哥白尼体系的信奉者看来则是地平线向上转动。

当我们把理论作为表述经验的框架语言时,可能会给人产生一种误解:即语言与经验是分立的,是能表达与所表达的关系。这样的话,就意味着存在一种先于语言的纯粹经验,它是尚未受到语言“污染”的。如果这种观点能够成立的话,则理论参与经验建构的主张就要大打折扣了。而事实上,语言是经验的内在组成部分,先于语言的纯粹经验在科学认识中只能是一种虚构,是无法谈论、研究甚至是无法意指的。上述观点实际上就是戴维森极力批判的经验论的第三个教条:即概念的内容与框架的两分。^[10]

值得注意的是,理论对经验的渗透这一“事实”的存在,对于经验主体间性的普遍性提出了发人深省的质疑。既然不同的认识主体,可能会有不同的文化背景,可能会有不同的心理预期,可能会有不同的世界观和理论,而这些因素都是经验的内在组成成分,所以从本质上说来对于相近的认识客体而产生的经验的主体间性是不存在普遍性的。正如柯志阳先生所言,主体间性的缺失,未必是消极的,未必指示经验的不可靠性,相反它完全可以作为指示主体状态的经验依据在认识活动中发挥不可替代的重要作用。^[11] 上述介绍的理论参与经验的建构,强调的是理论与经验共时性的关系。

三、理论对经验的事后解释作用

所谓理论对经验进行解释,是指在主体已经获得了经验之后,理论对经验的内容和意义的理解以及对所解释的经验的认识价值的评判。

其中包括两个方面:(1)理论解释经验的内容;(2)理论审查经验的性质,并做出评价。

理论解释经验的内容。人类的知识从来都不可能是孤立存在的经验的简单拼凑。经验产生后,认识主体必须要确立相关经验与其他经验和理论的相互关系,只有这样经验才能在主体的认识活动中发挥其功能,而在确定这种关系的活动中,理论充当了关键的、不可或缺的作用。只有通过理论对于经验的解释,经验的内容才得以确定,经验的意义才得以解读。同样的经验,在不同理论的解读下,意义完全不同,与之相关联的经验 and 理论也完全不同,经验的认识价值也相去甚远。

理论审查经验的性质。这涉及到对特定经验的认识功能的评价。在人类的经验中,只有一部分的经验被纳入到认识活动中去,或者说被赋予正面的认识功能。许多经验由于无法为主导性理论所解释,甚至显现出与主导性理论相冲突的性质,常常会被贴上幻觉、错觉、妄想、魔术、欺骗等标签。尽管这些经验也会被用来说明主体的身心状况,但是被排除在对于研究对象的认识的基础的范围之外。当然,这种审查是依赖于理论的,也是相对的和可错的。伴随着科学理论的更迭,“有效的”经验的范围常常也会发生变化。例如,伽利略利用望远镜获得的天文观测经验,由于与当时占主导地位的亚里士多德相关理论相冲突,曾被当作魔法的产物而遭到拒斥,^[12]而现在利用望远镜获得的资料,由于和天文学理论以及光学理论的一致性,则被当作最为可靠的观测经验。而亚里士多德用以支持力是运动原因的大量日常经验,今天则由于和力学理论相冲突被贬斥为不精确的错觉,削弱或丧失了原先所拥有的认识价值。^[13]

实际上,这两个方面是统一的,我们可以说后者是前者的一种极端形式。一般来说,我们对于经验的内容按我们接受的通常理论进行解释。尽量假定我们已经接受的理论和获得的经验都是正确的。^[14]而一旦难以解释,则或者会开始考虑援引那些我们不太信任的那些“边缘”

或“另类”的理论——这可能是科学的突破,也可能陷入伪科学的泥潭;或者会开始怀疑经验的性质,将这种难以解释的经验解释为幻觉、错觉或者魔术、欺骗等等——这就是理论对经验的审查和评价。例如,在所谓“人体科学”的案例中,争论的双方就是分别采取了不同世界观所代表的立场。

理论对于经验的解释和审查生动地体现了人类认识活动的整体性质,即无论认识过程的哪个环节都不是绝对的,其作用的发挥都要依赖于其他环节的作用。既然任何一个经验在原则上都可能被重新解释,都可能被排除出认识的基础,则抽象地谈经验不可错、必然正确是没有什么意义的,并且很有可能误导我们忽视认识的复杂性,忽视在认识过程中经验对理论的深刻依赖性。以上所涉及的理论对经验的解释,强调的是经验先于理论的关系。

然而,以上理论对于经验作用的3种区分只是一种人为的分类而已。事实上,3个方面是紧密结合在一起的:因为经验的获得是一个动态的过程,甚至经验本身也应该是一个动态的、循环的过程,所以柯志阳先生所抱怨的理论对经验解释和对经验的渗透概念混淆虽然确实不够严谨,^[15]但在一定程度上也曲折地反映了一些深层的真理。例如,在所谓的“人体科学”研究中,持有不同立场的人所获得的经验是不同的。在否定者看来,这种理论对经验的渗透的“山羊与绵羊效应”证明了它是伪科学,肯定者则认为否定者太不敏感,或者是做实验时某种外在因素干扰所导致这样的结果,从而引入了对有关现象的另类解释,这就从理论对经验的渗透过渡到了对经验的解释。而对于那些难以解释的“公共经验”(例如,看到某个人竟然能用手指“识字”等),肯定者引入了各种主流科学难以接受的各种理论予以解释,从而设计一系列新的实验来验证这些另类的理论;而否定者则斥之为魔术伎俩,从而设计了各种更加严格的实验以防范作弊。这就从理论对经验的解释转向了理论对经验的再生产,从而又开始了新一轮理论对经验的渗透和解释。如此循环往复……

四、理论构造“虚拟经验”

除了以上介绍的理论对现实经验的不同作用方式之外,理论还常常通过理想实验来构造一种我称之为“虚拟经验”的认识手段。我们之所以称理想实验的结果为“虚拟经验”,是因为它具有经验的某种形式,但却是推理和思维构造的结果。

科学史研究表明,“科学家从……思想实验既学到了关于世界的知识,也学到了关于他的概念的知识。历史上它们的作用十分接近于实际的实验室实验和观察所起的双重作用。第一,思想实验能够揭示自然界不符合于以往坚持的一套预测;第二,它们可以提示一些具体的途径,今后都必须通过这些途径来修正预测和理论二者。”^[16]

有意思的是,实验室实验能够促进科学的进步,是因为可以向科学家提供新的和未预料到的信息。而思想实验却完全相反,必须完全依靠已经到手的信息。按照 T. 库恩的观点,理想实验之所以能够带来新的认识,主要是因为理想实验可以构造一些在现实的实验中很难产生的情景,在这些情景中人们原先使用的概念的缺陷更容易暴露出来。通过思想实验构造出来的场景,我们发现,原有的概念“不能适合世界整个的精细结构,人们本来期待这个概念是适用于这个世界的结构的。”^[17]

而人们之所以常常发现不了原有概念不能适合世界整个的精细结构,是因为科学家通过专业教育获得了科学研究范式,其中“经过时间检验过的信仰和预测的组合告诉他世界是什么样子,同时也定义了一些还需要专业注意的问题”。^[18]原先的概念应用于这样理解的一种世界中是合理的,并且在一定的科学研究阶段中用于解决相关问题是卓有成效的,但是在科学实践的边缘地带,会不断产生一些不能为原有范式所包容的反常现象,即有时世界显现出新的特质。

这样一些经验一方面为科学家们所熟知,但由于和现有范式相冲突,所以常常不能和对于原有概念的理解联系起来,不能进入注意的中

心。而思想实验就是援引这些既为科学家所熟知,又未进入注意中心的经验,并且重新组织这些经验,从而“可以使科学家用他以前不能达到的知识作为他的知识的不可分割的部分。正是在这种意义上,这些思想实验改变了科学家关于世界的知识。”^[19]

值得注意的是,思想实验虽然依赖于这些处于注意边缘的经验,但并非这些经验本身能够使得我们发生认识的飞跃,而恰恰是理论以及理论思维才可以发现并组织这些经验,使那些人人习见的经验化腐朽为神奇,放射出夺目的光芒。例如,爱因斯坦狭义、广义相对论建立过程中起到关键作用的火车和升降机,两个思想实验中,所援引的经验是众所周知的,真正体现科学创造力的是爱因斯坦对绝对时空观的怀疑和批判,对科学规律在不同参照系的表现形式一致性的强烈信念。所以出色的思想实验从来都是杰出理论科学家的专利。

正是因为理论在认识活动的各个环节中都能对经验产生如此全面的、强有力的主导作用,拉卡托斯才强调由研究纲领构成的“成熟科学”与试错法拼凑出的“不成熟科学”有很大不同:研究纲领不仅可以预见新颖事实,而且还可以预见新颖的辅助理论,这使得成熟科学具有更大的想像力和启发力,就保证了理论科学的自主性。“在有力的研究纲领内进行研究的科学家合理地选择哪些问题,是由纲领的正面启发法所决定的,而不是由心理上使人发愁(或技术上急迫)的反常决定的。只有那些从事于试错法练习的科学家,或从事于其正面启发法停止下来进入退化阶段的研究纲领的科学家,才全神贯注于反常。”^[20]

通过本文的分析,我们从中可以看到在认识的任何一个环节中,只要有经验出现的地方,理论都发挥着重要的作用,甚至我们可以说,理论在认识活动的全过程中无所不在。但强调理论无所不在的作用,并非是要倒向相反的极端,并非要抹杀经验在认识活动中无可替代的作用,而是要强调认识活动中经验和理论是相互依存、相互补充、相互渗透、相互转化的,共同构成了认识活动的整体。所以说作为基础主义的经验主义应该为整体主义所取代。

注释与参考文献:

- [1] 蒋劲松. 经验、理论与整体主义——兼与柯志阳先生商榷. 北京: 自然辩证法通讯, 2003(4)
- [2] 保罗·法伊阿本德. 反对方法. 周昌忠译. 上海: 上海译文出版社, 1991, 15~16
- [3] 保罗·法伊阿本德. 反对方法. 周昌忠译. 上海: 上海译文出版社, 1991, 16
- [4] 保罗·法伊阿本德. 反对方法. 周昌忠译. 上海: 上海译文出版社, 1991, 17
- [5] T. 库恩. 科学革命的结构. 李宝恒, 季树立译. 上海: 上海科学技术出版社, 1980, 29~35
- [6] N. R. 汉森. 发现的模式. 邢新力, 周沛译. 中国国际广播出版社, 1988, 33
- [7] 潘吉星. 李约瑟文集. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1986. 460~462
- [8] 潘吉星. 李约瑟文集. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1986. 475~476
- [9] 金观涛. 人的哲学: 论“科学和理性”的基础. 成都: 四川人民出版社, 1988, 42~43
- [10] 唐纳德·戴维森. 真理、意义、行动与事件. 北京: 商务印书馆, 1993, 110~129
- [11] 柯志阳. 论经验的性质. 自然辩证法通讯, 2002(1): 20
- [12] 保罗·法伊阿本德. 反对方法. 周昌忠译. 上海: 上海译文出版社, 1991, 96~102
- [13] 保罗·法伊阿本德. 自由社会中的科学. 兰征译. 上海: 上海译文出版社, 1990, 52~66
- [14] 类似戴维森意义理解的“慈善原则”, 参见唐纳德·戴维森. 真理、意义、行动与事件. 北京: 商务印书馆, 1993. 177
- [15] 柯志阳. 论经验的性质. 自然辩证法通讯, 2002(1): 21
- [16] T. 库恩. 必要的张力. 纪树立, 范岱年, 罗慧生译. 福州: 福建人民出版社, 1981, 259
- [17] T. 库恩. 必要的张力. 纪树立, 范岱年, 罗慧生译. 福州: 福建人民出版社, 1981, 256
- [18] T. 库恩. 必要的张力. 纪树立, 范岱年, 罗慧生译. 福州: 福建人民出版社, 1981, 259~260
- [19] T. 库恩. 必要的张力. 纪树立, 范岱年, 罗慧生译. 福州: 福建人民出版社, 1981, 262
- [20] 拉卡托斯. 科学纲领研究方法论. 兰征译. 上海: 上海译文出版社, 1986, 72~73

第三篇

物理、生命与心智科学的哲学问题

对称性与人类认识的发展

董春雨 王德胜

(北京师范大学哲学系,北京:100875)

一、对称性与人对美的认识

在大千世界中,对称性是人们最司空见惯而又引人入胜的一类现象。

首先在日常生活中,最直观因而也是人们最容易发现的是各种各样的空间对称现象,如五瓣的梅花、六角形的雪花以及呈螺旋轴对称的海螺等,无不在看似平淡中显示着自然造化的神奇。除了空间形象和结构的对称以外,在时间维度上,也普遍存在着许多明显的动态节律方面的对称性,即呈现出一定的周期性,如日夜交替、四季轮回、草木兴衰等。既然对称现象这么普遍,对称性很早就成为人们关注的焦点。从史前文明遗址中发现的各种生活用品、装饰品等手工制品来看,其造型和上面的纹饰普遍考虑到了对称的特点,说明了古人对对称性的偏爱。随着人类的成长,这种倾向进一步得到加强,于是各种人为的对称性现象广泛出现在人们的社会生活中,尤其是应用在建筑、绘画、音乐、文学等艺术形式中。应该说,对称性之所以成为日常生活中重要的因素之一,主要是由于人们对它的认同首先是与美感联系在一起的——对称很早就被明确确立为一个重要的美学原则了,如古希腊的著名雕塑家波里克勒特在《法规》一书中写道:“身体美确实在于各部分之间的比例对称”^[1]。到了中世纪,在美学中,“对称和平衡的观念”甚至被看成是统治一切的教条,圣·奥古斯丁认为:“建筑物细部上的任何不必要的不对称都会使我们感到很不

舒服”^[2]。这种情况说明,关于对称性的这种概念是如此重要,曾几何时,对称性的形式原则甚至完全压倒了真理对大自然的摹写原则^[3]——这一点不仅在生活、艺术中是这样的,甚至在后来自然科学的发展中也是这样。正因为如此,对称性在人类的认识发展史上占据着举足轻重的地位。

但是“以对称为美”毕竟只是一种主观的感受,它常常依赖于心理、文化、社会甚至生理等因素而变化。美的感受不仅因人而异,而且总是处于变化之中。如在当代,很多人已不再单单以对称为美了,甚至还走到了它的反面,刻意去追求非对称性的东西了。所以在许多情况下,对称性这一美学基石将面临着坍塌的危险。

也许,对美的感受因属于主观范畴而总是处于变化当中,这并没有什么可大惊小怪的。但它与我们这里讨论的人类认识发展有何关系呢?首先,我们必须指出的是,对美的感受是人类认识世界不可分割的一部分,尽管它在很大的程度上可能处于比较浅显的感性层次。其次,科学和艺术作为是孪生姐妹,都关心美的话题。科学家对美的观念的理解,常常会影响到我们对物质世界的认识,这样的事例在科学史上比比皆是。所以对美学原则的探讨,也有助于对科学和自然的理解。这里需要注意的是,考虑到美学原则的主观性特征,同时考虑它在科学活动中的地位和作用,我们就必须问:科学家对美的观念的主观理解,是否会影响到我们正确认识物质世界?对这一问题的回答,牵涉到美与真的关系问题。这一问题从属于我们后面关于对称性的主客观性问题的讨论,这里不拟详细讨论。下面,我们就着重考察对称性与科学的关系了。

二、对称性与人对自然的认识

如果说人们最初仅把对称性当作感官上的美来对待的话,随着自然科学的产生和发展,对称性的概念渐渐进入了科学的视野。

自然科学对对称性研究,源于人对自然的理解的需要。而所谓对

自然的理解,本质上是指人对自然规律的认识和把握。在这一过程中,对称性作为最引人注目的规律形式之一,则成为人们理解自然、开启宇宙奥秘之门的一把金钥匙。

最早将对称性与世界性质联系起来的,也许是古希腊人。众所周知,古希腊人按照自己对对称性的理解,认为球形是诸天体的形状,并且将正圆的轨道赋予了天体。现在看来,显然古希腊人关于圆和球形以及它们构成的天体的完美性的雄辩论述,只不过是某种古怪的主观癖好而已。但它却在人类天文学的发展史上写下的这浓重的一笔,且影响深远。因此也无人能够否认古希腊人的贡献。

如果说古希腊人明确将对称性与宇宙结构联系在一起的做法,本质上属于一种猜测,那么最早将对称性当作自己研究对象的自然科学门类是数学,因为最直观的对称性是空间形式的对称。但几何学对对称性的研究并没有停留在感官、现象上,而是带有更多的理论色彩,如毕达哥拉斯学派在对圆、方、矩形、三角形等比较后,得出了圆和球是最完美的几何图形的结论。还有古希腊亚历山大学派的赫伦,在《反射光学》中描述过镜像对称;阿波罗乌斯在《圆锥曲线》一书中,曾描述过抛物线、双曲线、椭圆的对称性,^[4]等等。随着自然科学本身的发展,其他的自然科学门类也都从不同的侧面对这种现象进行了深入研究。

最早成熟起来的自然科学门类是物理学。在物理学中,人们对对称性的认识不是像日常生活中或古人的思辨那样仅仅停留在几何的直观形象层面上,而是逐渐上升到了理性抽象阶段和数学变换阶段。经典力学的创始人伽利略、牛顿等人,已经注意到物理学定律在形式上的抽象对称性;随着分析力学在18世纪的兴起,人们对物理定律在形式上的完美性有了更加明确的追求,对称方法也成为科学发现的重要工具,如在电磁学的发展中,电磁感应定律、电磁场方程等的得出,都与人们对对称性的自觉追求密切相关。但总的说来,在力学和电磁学等经典物理学的分支中,人们更为关注的是如何运用微积分构造动力学的方程,对称性在其中只是处于从属和次要的地位,它们“仅仅是动力学定律的推论,动力学定律则仅仅偶然地具备一些对称性”^[5]。随着物理

学的发展,对称性的含义变得日益清晰和精确了。对称性的含义指在某种变换操作下的不变性,如人们最早意识到的与我们所实际生活的空间有关的反射(平移)和旋转对称性,反映到物理学中,是指在对物理定律中的空间坐标作反射($r \rightarrow -r$)和旋转(将 r 旋转某个角度 θ)变换时,它的形式保持不变,这也意味着物理现象的实质在这一过程中没有改变。进一步的分析表明,空间反射不变意味着物理现象满足简单的左右镜像对称性,而旋转不变则意味着物理定律在空间上并无特殊的取向。除了空间对称性,物理学中也明显存在着时间反演即反射对称性,在很多物理定律如牛顿第二定律中,将 t 用 $-t$ 取代,其形式保持不变。需要指出的是,对称性作为某种变换操作下的不变性在群论建立起来之后,不仅获得了完美的数学形式,而且也加深了人们对其物理本质的认识。再后来,由于各种守恒定律的发现和研究,对称性又与守恒定律联系在一起,即与时间平移不变性对应的是能量守恒定律,与空间平移不变性对应的是动量守恒定律,与空间转动变换不变性对应的是角动量守恒定律;与空间反射(镜像)操作不变性对应的是宇称守恒定律,等等。特别是由于在现代物理中各种守恒定律已从一种有趣的、起间接作用的因素,逐渐变成一切物理规律的基础而处于物理学最核心的地位。物理学的这种转折,不可避免地突出了对称性的意义,即当对称性和守恒律联系在一起时,物理学也就揭示出对称性对于自然性质所具有的更深层的决定意义了。在后来粒子物理学的发展中,自然的对称性这一理论原则发挥出惊人的作用,极大地促进了粒子物理学的发展。

总之,由于现在人们自觉地将对称性视为自然的本质属性,于是从对称性出发去追问物理理论应当具有怎样的对称结构的做法,已使物理学开始建立在一种新的思想形式之上了。物理学家们不再是从实验出发而达到对称性,而是转变为利用对称性作为出发点,去尝试着建立满足对称性的方程式了。可见对称方法已经成为近年来富有成效的方法,并日渐被提到了极为重要的高度。

值得一提的是,李政道、杨振宁首先预言了在弱相互作用中,空间

的左右对称性被破坏的现象,即宇称 P 是不守恒了。这一点后来由吴健雄在实验中证实。她还同时证实,电荷的共轭变换 C ,在弱相互作用下也不守恒。这就打破了人们认为空间反演对称和正反粒子变换在任何情况下都对称的传统观念。其后的分析表明,虽然在弱相互作用下的 C 或 P 都不守恒,但 CP 联合变换是守恒的,即是对称的。然而,1964 年菲奇等人又惊奇地发现,在 K 介子的衰变实验中,弱相互作用条件下的 CP 守恒性并不严格成立,好在当人们再加上一个时间反演 T 时,出现了 CPT 联合作用的守恒。为什么当我们分别考察 C 、 P 及其组合 CP 时,它们可能出现不守恒的情况,而将它们做某种联合反演时其对称性又恢复了呢?而且我们也不得不问: CPT 真的永远守恒吗? CPT 守恒意味着什么?这些都是非常重要而艰难的问题,目前人们只知道一小部分答案。

尽管存在着这样那样的问题,无论如何,物理学目前对对称性的认识是比较透彻和深刻的。

化学以及矿物学对对称性的研究,是由于人们很早就发现了晶体和各种矿物结构的对称性并由此引发了近代科学对对称性的比较系统的研究。通过对晶体的研究,人们提出了对称轴和晶系等概念,并按照对称性对晶体进行了分类,说明结晶多面体有 7 个晶系和 32 种对称类型。这些成果的取得,加深和拓展了人们对无机界中几何外形所具有的对称性的了解和掌握。此外,随着化学本身的发展,化学对对称性的研究也从经验的层次逐步进入到理论的层次——随着量子化学的发展,对称性理论对化学的反应理论、催化理论、轨道理论及结构理论等的发展,起到了不可替代的推动作用,如 1965 年,美国化学家伍德沃德(1917—1979)和霍夫曼(1937—)就提出了著名的分子轨道对称守恒原理。

对于生物学,由于生物界广泛存在着低等植物的辐射对称和高等生物的两侧对称,生物学家们对此自然产生了兴趣。特别是随着分子生物学等学科的建立和发展,生物学对对称性的认识也由宏观层次进入微观层次。当然,生物学家们发现和关注的不仅仅是对称性,更重要

的则是与对称性相关的非对称性。例如,组成生命体的各种氨基酸就是对称性高度破缺的,并且通常只有一种手性:构成蛋白质的 20 种氨基酸中只有甘氨酸没有手性,另 19 种都为左型即 L 型;而核糖和脱氧核糖分子是右型即 D 型的。可见,地球上生命世界中的手性是严重不对称性的,这不能不引起我们的关注和深思。这里的问题是,也许在生命之初,这些分子是对称的,后来是由于什么偶然因素,导致了今日地球上的生命体中的氨基酸都有这样一边倒的手性?自然选择的这种倾向性究竟源于何处?关于这一问题,迄今没有令人满意的答案。

在自然科学的各个学科对对称性的认识发展的同时,数学对对称性的研究也在进步。18 世纪,数学上发现方程根的对称函数解比根式解法更重要,拉格朗日从 1771 年起就自发地运用了群的概念解代数方程;而到 1830 年,法国青年数学家伽罗华终于创立了一门关于对称的数学理论——群论。现在,随着群论在量子力学等领域的广泛应用,它已经成为描述自然界对称性的有力武器。

在数学领域,与研究对称性相关的另一个重要进展是分形理论的提出。它发现了分形本身无以复加的无穷嵌套自相似结构。这种少数基本结构在不同层次上按一定比例进行伸缩变换后反复出现,即保持标度变换下的不变性,不仅给人带来了视觉上美的强烈冲击,同时也使人们对对称性和自然的理解,又进入到一个崭新的境界。

通过上面简单的回顾,我们不难看出,通过对对称性的研究,人类加深了自己对自然的认识,而且由于目前的科学研究中依然存在的大量与对称性相关的问题,我们有理由相信,对称性作为一种从理论上构建世界的最基本的线索,依然会发挥出自己独特的启发和引导价值。总之,对称性作为一个古老而又常新的概念,“总是一种多少世代以来人们试图用以领悟和创造秩序、美和完善性的观念”^[6]。所以,一旦我们拥有了对称性这样的概念,作为一种传统上很好使用的工具,它是能够帮助我们获得一些深刻的见解的^[7]。如今,对称性已经成为自然科学中最原始、最基本、最重要的概念之一,极大地改变着科学的面貌。

既然对称性现象明显、广泛地存在于自然与社会生活中,特别是科

学中的对称方法非常有效,但我们仍然需要追问:对称性及对称方法真的可靠吗?我们信任它的基本理由是什么?从目前自然科学关于对称性的研究看,虽然人们发现了深藏在各不同领域的对称性的各种表现,但其中大多数都是局限于某个较窄领域的唯象式的研究,而且在这些论述中,极少涉猎有关对称性的哲学分析的内容。本文努力的方向之一,不仅仅是为了厘清人类认识各种对称性的基本线索;回顾这一历史的目的,是在充分搞懂弄清对称性在各门自然科学中的表现和意义的基础上,着重挖掘对称性的哲学意蕴,以利其在哲学世界观、方法论方面的进一步推广。所以,我们下面着重于对称性的认识论基础的哲学分析。

三、关于对称意义的进一步分析、探讨

首先需谈一下对称性的客观性与主观性的问题,即究竟是人们发现了大自然按照某种固有的规律赋予它的创造物以对称,还是人们把大自然以隐约表现出来的某种不完善形式的对称性加以摹制后强加于自然?或者问,对称性是客观的存在方式,还是主观的理论虚构?

考虑这一问题有两个背景:一个是从与对称性含义直接相关的不变性的可重复的角度看。可重复性是帮助我们确立某种不变性即对称性的前提,但在很多情况下,判断现象的可重复性是非常困难的。从科学的角度看,出现可重复性极低的原因是复杂的,一些现象由于涉及到的可变因素太多,使该现象的重复在很大程度上依赖于观察者的技巧和能力,依赖于实验装置的稳定性。更有甚者,根据混沌理论,存在着大量对初始条件极其敏感的事件,它们使与测量相关的可重复性在理论上变得极其困难了。从哲学的角度看,波普尔在讨论休谟提出的归纳问题时指出,“休谟想像的那种重复永远不能是完全的重复;他心目中的事例不可能是完全相同的事例,只能是类似的事例。因此它们只是从某种角度看才是重复。(对我起重复效应的事情,对一只蜘蛛可能不引起这种效应。)但是,根据逻辑的理由,这意味着一定先有一种见

解,诸如一个期望、预期、假定或者兴趣的体系,才会产生重复感。因此,这种见解不可能仅仅是重复的结果”,所以波普尔建议把休谟的学说翻一个身:“我不把我们指望规则性的倾向解释为重复的结果,而建议把我们认为的重复解释为我们指望和寻找规则性倾向的结果……我们不是被动地等待重复把规则性印在或强加在我们的头脑里,而是主动地企图把规则性强加给世界。我们企图在世界中发现相似性,并用我们发明的规律来解释世界”^[8]。从这一论述中,我们很容易察觉出可重复性的主观色彩。总之,当可重复性原则存有局限性时,对称性本身也变成可置疑的东西了。

另一个考察对称性的主客观性的角度,是探讨对称性与规律的关系。

什么是规律呢?规律是某类现象中存在的普遍的、同一的东西,所以规律的观念首先意味着事物变化、发展过程中的规则性、齐一性,即作为事物内部的本质关系或本质间的稳定联系,规律是千变万化的现象世界的相对静止的内容,亦即变化中的不变性。从这一点来看,它与对称性有相似之处。那么两者究竟是什么关系呢?粗略地讲,对称即某些变换下的不变性肯定是规律的一种形式,或者说规律作为一切事物中普遍存在着的严整的规则、秩序的最一般的概括和抽象,其最大的特点是具有最普遍的形式,“自然界中普遍性的形式就是规律”^[9],而其内容则因具体情况不同而不同,即普遍性的形式是规律,但普遍性形式可以反映不同的内容。所以与对称相比,规律具有更大的普遍性,内容也更宽泛或更丰富一些,或者说对称性的范畴应从属于规律范畴。另外,规律的概念作为事物内在的联系更强调必然性,而对称作为表象的存在更注重规则性。当然必然性并不否认规则性,而规则性是必然性的必然反映。总之,对称概念从属于规律的概念,这样人们关于规律的主客观问题的讨论就原则上适用于对对称性的主客观问题的讨论了——至少也是可以参照的。有关这方面的研究已有很多,这里不再赘述。为了简化我们的讨论,让我们倾向于承认对称性是一种自然界固有的属性。

与对称性相关的另一个认识论问题是,对称性与非对称性的关系问题。

除了给人以心灵震撼的对称现象之外,无须赘言,不对称现象同样普遍存在于我们的生活和物质世界中,甚至可以这样说,在世界上没有严格意义的对称——那仅是理论抽象和理想近似而已。例如,心理学的调查表明,最漂亮的脸蛋是最对称的,但实际上即使是最漂亮的脸蛋也只有98%~99%的对称性。

面对这些情况,我们不得不问,对称性与非对称性,何者为世界的本质属性呢?这不能不说是是对称性的真实性提出的又一有力挑战。正如诺贝尔物理学奖得主李政道博士指出:“既然我们生活的世界充满着不对称,我们为什么还要相信对称性呢?”^[10]

在如何看待对称性与非对称性关系的问题上,著名数学家魏尔坚定地指出:我们必须明白,大自然的总体制具有对称性,但人们不能指望自然界中的任一特殊物体会把这种对称性尽善尽美地表现出来,因为即使可能存在一个由一些对称的条件惟一确定的对称的平衡态,由于偶然性是世界的一个基本特征,这一对称状态在真实的演化发展过程中也会发生偏离。这也就是说,假如大自然是完全法定的,那么每种现象都应具有普遍的自然规律的充分对称性,然而今天我们认识到,真理是这样的:自然规律并不惟一地确定了一个实际存在着的世界。^[11]上面这段话虽然指出了非对称现象存在的必然性,但它并没有否定对称性,而是更加清楚地表明这样一句名言的正确性:“只有不对称性才能生出不对称性。”^[12]所以我们有理由得出这样的结论,在对称性和非对称性两者的关系中,对称性是居于基本的主导地位的。关于这一点,我们完全可以参照必然性和偶然性的关系来理解,像必然性是通过表面上的偶然性表现出来一样,对称性是通过表面上的非对称性表现出来的。

如果我们对世界为什么是对称的上述回答不满意,那么反过来我们必须回答如下问题,即世界为什么是非对称的?打破对称的涨落的原因何在?这一问题的实质乃是第一推动问题在当代的翻版。因此,

这一问题的回答遇到的困难也许更难。更何况如果我们只是承认非对称这样的唯象结果,那就意味着我们放弃了对非对称本身的探索,这也不利于我们对自然的深刻理解。因此,从这种对比的角度看,我们又增强了坚持对称性的信念或理由,尽管它们现在还停留在理论的层面,属于形而上学的层次的东西。

当然这里又产生了一个问题:如果认为对称性是世界更基本的属性,我们就必须解释,当宇宙处于两个对称状态选择的关节点时,它会走向何处?这就如同布里丹的驴子站在对称的两堆草中间一样,驴子会吃哪堆草呢?这需要一个理由!因此“完美的对称引起平静、稳重甚至死亡”^[13]。

要回答这一问题,需要对物质及意识系统的运动、演化中存在的自发对称破缺与涨落的意义等有深入的研究,它需要科学和哲学的双重回答!目前学术界已关注到这一问题的研究,^[14]但还比较薄弱。一般的观点认为,自发对称破缺是由外在的次要因素引发的。^[15]

在排除了非对称性和主观性的干扰之后,我们应该努力去理解对称性之于自然的意义了:为什么自然在深层本质上是对称的?

谈到世界的对称性问题,总免不了涉及世界的简单性问题。从不太严格的意义上讲,两者在一定程度上是等价的,因为对称的东西总是显得比较简单。但是对称性又不完全等同于简单性。因为对称性或简单性的内涵实际上是非常复杂的,在不同的语境中其含义亦不同。例如在当今的非线性科学中,简单性往往意味着一个系统的各个部分之间存在着线性的可叠加的关系,即系统是可还原的,而对称性重点强调的是在某种操作变换下存在的不变的关系,这种关系可以是非线性的,故对称、简单的概念及其相互关系还需要进一步澄清。我们这里主要是从世界的统一性的角度来谈简单与对称的关系:世界的性质由于对称而变得简单并易于被人们认识和掌握了,所以对称和简单一致起来了——实际上,最初人们就是这样将它们联系在一起的。

人们关于世界是简单的信念由来已久,古希腊时就有“简单是真理的印记”的名言,时至今日,以爱因斯坦为突出代表的科学家们在追求

简单性的道路上竖起了一座又一座闪耀着人类智慧的丰碑,于是人们也揭示出物质世界许许多多深藏着的对称性来。可我们应该如何理解世界的简单、对称的特点呢?也许,“最小作用原理”是我们理解自然的简单性和对称性奥秘的有力工具之一。

早在近代科学开创时期,人们就开始讨论最小作用问题了。如莱布尼茨从“充足理由”的角度出发,强调上帝在创世时依据的法则即最小作用原理,所以从理论上追求对称性正是对上帝创世的设计方法的反映。^[16]这里有两方面的意义,一是充足理由律将为人们寻求自然界的规律提供一种“形而上学”的本体论的依据,特别是在当时人们对自然的认识尚未真正开展起来的情况下,这一设想带有强烈的唯理论倾向。二是它以一种巧妙的方式将人认识世界的活动与自然本身的存在方式联系起来了。因为此处所谓“上帝设计”的说法,完全可以把它当作是对自然本身固有属性的一种隐喻,而这种把上帝视为自然之化身的做法,是17、18世纪人们理解自然的一种重要方式,其实,现在如爱因斯坦等科学家也经常在这种意义上使用上帝的概念。所以,在科学发展的早期,莱布尼茨等在当时的境况下非常机敏当然是有争议地使用“上帝”概念和充足理由律来理解自然,这是莱布尼茨对物理学的重要贡献之一!如果我们这里依然用这样的方式表达我们对世界的简单性和对称性的意见,我们就可以这样说,世界是被上帝以最容易的方式设计和创造出来的,这并不是说上帝在创造世界时只图省事而偷懒了,而恰恰表明了他作为一种最高意义的管理者的精明之处。总之,最小作用原理的直接表现即简单或对称,两者的本质是一样的。通过对最小作用原理的具体表现的分析,我们可以理解很多对称现象,例如我们根据液体的表面张力要达到最小值的要求,就可以解释蜜蜂建造精美绝伦的蜂巢的奇妙本能——其实蜂巢完美的结构与蜜蜂本身的“智慧”或“特技”并无多大关系,它仅仅是自然力的结果而已。^[17]类似的还有晶体、初等动植物形态的生成等,都与最小作用原理相关。可见,自然的最小作用原理是通向对称性的重要通道!

当然有关对称性、最小作用原理之间的关系是十分复杂的,人们也

存在着不同的观点。如果再考虑到守恒定律,那么对称性、守恒定律和最小作用量原理三者之间到底有什么本质性的联系?这又是一个极有意义的问题。

在20世纪之前,人们对三者的认识还是相对独立地进行的。改变这种状况的原因,是德国著名数学家E. 诺特所做出的杰出贡献,她于1918年提出了关于对称性与守恒定律间存在对应关系的著名定理——诺特定理:即在假定最小作用原理成立的前提下,自然界的每一种对称性,相应的都有一个守恒定律。易见,诺特定理使三者联系在一起了。诺特定理的意义还在于,它使我们摆脱了先前那种寻求作用量函数和守恒量时所用的低效能的试探性方法,获得了探求问题的一种指导性原则——对称方法,爱因斯坦对此曾给予了高度评价。^[18]

时至今日,许多人从本体论、认识论甚至美学等的角度,对对称、守恒、最小作用这三者及其相互关系进行过探讨。如很多人认为,三者在本体论上是不等价的,其中守恒定律具有本源性的地位,对称性和最小作用原理则是我们用于描述物质运动的有力工具,它们仅具有认识论地位;而杨振宁先生等则提出了“对称性支配相互作用”即“自然界所有的基本力都是由一些对称性原理产生的”这一信条。这些争议的存在恰恰说明,虽然对称性原理等已经历了千百年的演变,今天,它已从朦胧、模糊的概念发展成为科学的基本原理之一,但人们对它们的认识依然是有限的,如要解释对称性从何而来,为什么自然界是如此近乎于对称?没有人能道出个所以然来。^[19]如同科学中一些其他的基本问题那样,对称性作为我们理解自然的关键性概念,可能会永远纠缠着我们。

至此,我们主要对对称性的表现、性质和内在机制等进行了初步的探讨,这已充分表明,对称性是自然界普遍存在的一种性质,无论是在日常生活中,还是在科学研究中(包括自然科学和人文社会科学),对称性都具有极高的理论研究价值和应用价值,因为它将提供一种思考问题的重要的方法论工具——对称方法,即使它在某些情况下也许经不起很好的推敲,甚至只是人们在一定程度上偏爱的一种工具,如古希腊时期的圆,但由对称性所引导的认识活动,终将促使我们在对世界进行

科学的或哲学的理论分析时取得日益丰硕的成果！所以，从古至今，越来越多的人渴望对它的深入理解，对称性一直是人们谈论的焦点问题之一也就不足为奇了。

尽管如此，对称方法的有效性还需要从哲学本体论、认识论等方面做出进一步的论证和回答。首先，是因为完美的对称在现实中几乎是不存在的，但对称方法何以如此有效？其次，是与对称性相关的问题是非常复杂的，不同对称现象的具体机制是不同的，对称方法切不可生搬硬套，要加强对具体问题的分析与思考，这样才有利于对称方法本身的正确使用和大力推广。第三，从目前研究的现状来看，大部分研究为视野或范围较窄的专业性研究，且简单的描述式的类比的成分太多，这既不利于我们加深对世界的理解，也不利于对称这一行之有效的方法的推广运用。这些问题的存在，进一步表明了本项研究的必要性。简言之，如何克服当前关于对称方法理论研究的不足是我们今后研究的主要任务之一。

注释与参考文献：

- [1] 西方美学家论美和美感. 北京：商务印书馆，1980，13～14
- [2] 沈小峰，王德胜. 自然辩证法范畴论. 北京：北京师范大学出版社，1990，129～130
- [3] H. 魏尔. 对称. 钟金魁译. 北京：商务印书馆，1986，7
- [4] 沈小峰，王德胜. 自然辩证法范畴论. 北京：北京师范大学出版社，1990，129
- [5] 杨振宁. 读书教学四十年. 香港：三联书店香港分店，1985，18
- [6] H. 魏尔. 对称. 钟金魁译. 北京：商务印书馆，1986，5
- [7] Bas C. van Fraassen. Laws and Symmetry. Oxford University Press, 1989, 216
- [8] 卡尔·波普尔. 猜想与反驳. 傅季重等译. 上海：上海译文出版社，1986，63～65
- [9] 恩格斯. 自然辩证法. 北京：人民出版社，1984，106
- [10] 李政道. 对称与不对称. 北京：清华大学出版社，暨南大学出版社，2000，6

- [11] H. 魏尔. 对称. 钟金魁译. 北京:商务印书馆,1986,20~22
- [12] H. 魏尔. 对称. 钟金魁译. 北京:商务印书馆,1986,25
- [13] 阿·热. 可怕的对称. 荀坤,劳玉军译. 长沙:湖南科学技术出版社,1992,222
- [14] 阿·热. 可怕的对称. 荀坤、劳玉军译. 长沙:湖南科学技术出版社,1992,224~236
- [15] Klaus Mainzer. Symmetries of Nature—a Handbook for Philosophy of Nature and Science. Walter de Gruyter, Berlin \ New York,1996,563
- [16] Bas C. van Fraassen. Laws and Symmetry. Oxford University Press, 1989,11~13
- [17] H. 魏尔. 对称. 钟金魁译. 北京:商务印书馆,1986,65~69
- [18] 阿·热. 可怕的对称. 荀坤,劳玉军译. 长沙:湖南科学技术出版社,1992,122
- [19] 费曼·费曼物理学讲义(第一卷). 上海:科技出版社,1983,520

物理学的毕达哥拉斯主义研究传统

桂起权

(武汉大学哲学系,湖北:430072)

古希腊毕达哥拉斯学派所创导的“数学和谐”思想,即认为物理世界的奥秘包含于数学核心之中的思想,在科学哲学著作中被称为“毕达哥拉斯主义倾向”。这是观察自然的一种特殊方式,它在科学史和科学哲学中有深远影响。^[1]

毕达哥拉斯主义的基本纲领是:“数是万物的本原”。具体地说,忠诚的毕达哥拉斯主义者认为,数学和谐性是关于物理世界基本知识的本质核心,对于我们周围的自然界那种富有意义的秩序,必须从自然规律的数学核心中寻找它的根源。具有毕达哥拉斯主义倾向的科学家在探索物理定律的过程中,“数学和谐性”是强有力的帮助发现的启发性原则。

现代物理学家海森伯(1901—1976)在《现代物理学中的古代自然哲学思想》一文中指出,在早期的希腊哲学思想中,主要有两种思想直到今天还决定着严密自然科学发展的道路,这两种思想是原子论思想以及相信数学结构指导力量的毕达哥拉斯主义思想。^[2]

一、毕达哥拉斯主义的起源

毕达哥拉斯(约公元前 580—前 500)是以他命名的学派的创始人。应当指出,在毕达哥拉斯的原始思想中,“数学和谐性”是与特殊形式的神秘主义联系在一起。在毕达哥拉斯学派的思想中,神秘的“数学崇拜”得到最高的表现。他们认为,每一个数目都与人的某种性质相合。

如 1 表示理性,因为它是不变的;2 表示意见和对立;4 表示公平,因为它是两个相等数的乘积;5 表示婚姻,因为它表示第一个阴性数(偶数)和第一个阳性数(奇数,1 除外)的结合。

毕达哥拉斯学派对“神圣的数”的祷文是:

神圣的数啊!您是诸神和人类的创造者。愿您赐福我们!啊!圣洁的、圣洁的 4(tetraktys)啊!您孕育着永流不息的创造源泉!因为您起源于纯洁而深奥的 1,渐次达到圣洁的 4;然后生出圣洁的 10,它为天下之母,无所不包,无所不属,首出命世,永不偏倚,永不倦怠,成为万物之锁钥。^[3]

剥去毕达哥拉斯学派的宗教神秘主义外壳,它的合理内核是:惟有通过数和形,才能把握物理世界的本性。毕达哥拉斯的高座弟子菲洛劳斯明确说过:“一切可能知道的事物,都具有数;因为没有数而要想像或了解任何事物是不可能的”。

毕达哥拉斯学派是在研究声学 and 器乐知识的过程中首先发现数学和谐性的。有一个传播很广的传说讲到,当毕达哥拉斯经过铁匠铺时,他注意到打在铁砧上的铁锤发出的“第四”、“第五”和“第八”音程的声音。他发现,铁锤重量比为 $1 : (3/4) : (2/3) : (1/2)$ 。其后,再用同质、等长、等粗的弦线进行试验表明,当重量为 $1 : (3/4) : (2/3) : (1/2)$ 的时候,也会给出上述音程。^[4]另一个是可靠的说法是,毕达哥拉斯学派在研究弦振动时发现,用 3 条同质弦发出某一乐音以及它的第五度音和第八度音时,它们的长度比为 $6 : 4 : 3$ 。换句话说,只当几条同质弦的长度互成简单整数比时,它们在拨动下才发出和谐的声音。^[5]无论如何,毕达哥拉斯学派确实研究了音程间的算术关系,并注意到其中自然数的有规则的出现,从而在相距甚远的音乐和算术之间建立了密切联系。他们还研究了在建筑、雕刻等造型艺术中,按一定的比例设计才能产生美的效果,提出了著名的“黄金分割”,即认为仅当长和宽之间具有最佳比例时矩形才是最美的(最佳比例就是现代优选法中经常出现的关键数值)。

毕达哥拉斯学派又进一步把这种和谐现象加以推广,认为物理世界中的一切都存在着和谐,宇宙的秩序是由那种绝对的和谐所构成的。根据亚里士多德在《论天体》第2卷第13章中所作的记载,毕达哥拉斯学派认为,天体在运行时,像一切运动着的物体一样,各自发出凡人听不见的“声音”,每个天体因其体积和速度的差异而各自具有特殊的音调,而这种音调又是由天体之间的距离所决定的,这些距离彼此之间有一种和谐关系,与音乐里的音程相适应。由此,就产生了运动着的天体的一种和谐的声音(音乐),造成了诸天体乐章。^[6]毕达哥拉斯学派的“天体乐章”或“天体和谐”的思想对后世开普勒发现行星运行定律具有决定性的影响,从而成为牛顿引力理论之先导。

毕达哥拉斯学派还认为,圆形和球形是最神圣而完美的几何图形,地球和天体都是球形的,每个天体都沿着圆形的轨道运转。这些观念也为柏拉图和亚里士多德所接受,并成为直至16世纪天文学的基本观念。毕达哥拉斯学派的天文学家还提出了地球和别的天体一起围绕“中央之火”旋转的假说。恩格斯把它看作“毕竟是关于地球运行的第一个推测”。

古希腊哲学家柏拉图(公元前427—公元前347)发展了毕达哥拉斯学派的数学自然观。在《蒂迈欧篇》中,他描述了由几何和谐组成的宇宙图景。柏拉图在这一名著中力图表明,科学理论只有建立在数量的几何框架上,才能揭示物理世界瞬息万变的现象背后永恒的结构和关系。按照这种观点看来,自然哲学的首要任务,在于探索隐藏在自然现象背后的可以用数和形来表征的自然规律(例如构成音乐和谐的比例数,或是构成物质元素的几何对称性)。

现在作为“柏拉图立体”(Platonic bodies)(见图1)而著名的5种正多面体,实际上也源于毕达哥拉斯学派。^[7]柏拉图在《蒂迈欧篇》中发挥了毕达哥拉斯学派的思想,他把构造万物基本元素看作具有高度对称性的数学基本结构。他把穿透力最强的火元素对应于最尖锐的正4面体,把最稳固的土元素对应于最稳固的正方体,把气元素想像为正8面体,把水元素想像为正20面体,而把天上物质元素(以太)对应于正12

面体。

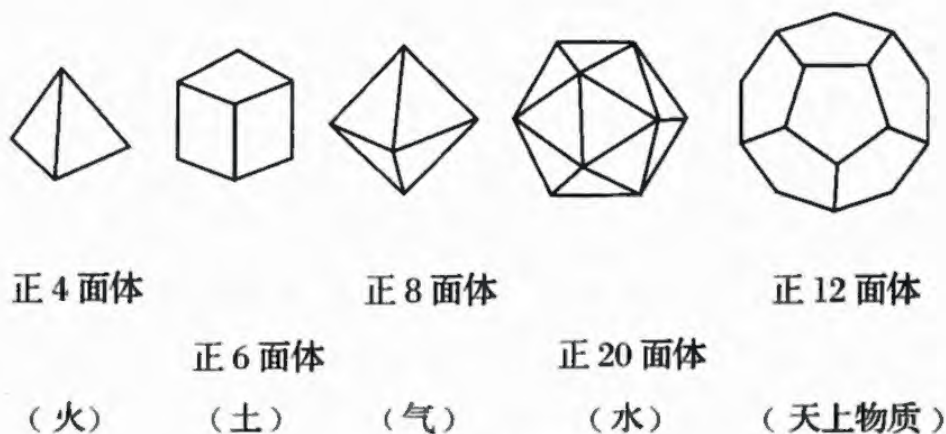


图1 柏拉图立体

柏拉图看来,这些基本元素并非不可再分,而是可以分解为一些三角形并可以重新组合。例如两个气元素和一个火元素可以构成一个水元素。因此,物理世界瞬息万变的现象可以归结为简单、完美的数学形式或基本对称性。从抽象的意义上说,现代粒子物理学(包括规范场甚至超弦理论)的某些基本思想与此不谋而合。^[8]

二、行星定律的发现

毕达哥拉斯主义的开普勒的天体力学研究获得了重大的收获。托勒密和哥白尼都在不同程度上接受毕达哥拉斯主义的影响,但最典型的还是开普勒。

托勒密(约150)和哥白尼(1473—1543)接受了毕达哥拉斯和柏拉图的如下基本概念:相信球形是最完美的立体,匀速圆周运动是天体最完美的运动。托勒密为了在地球中心说基础上合理地说明行星的视运动,不得不引进偏心等距点(equant)的概念,并采用源于阿波罗尼和喜帕克的本轮-均轮的多重套环体系(托勒密最终使用了80个套环),使问题不必要地复杂化了。哥白尼的老师多明尼可(1454—1504)曾提出

过“宇宙的结构限于单纯的数学关系”，这种毕达哥拉斯主义思想对哥白尼有深刻的直接影响。^[9]英国科学史家亚·沃尔夫指出：“在充满毕达哥拉斯思想的哥白尼看来，行星运动的最精致和最谐和的数学表示，无疑是惟一真正的行星理论。”“无疑，哥白尼由于这种新观点更有对称性和一致性而心向往之。这些优点对于一个充满新毕达哥拉斯主义思想的人富有巨大的吸引力。因为，毕达哥拉斯主义的精髓是：它坚持认为，宇宙应该用数学关系来描述；两个几何上等价的行星理论，其中比较谐和、比较对称的那个理论也比较正确。”¹⁰从这里可以看出哥白尼构造日心体系的原始动机。

开普勒(1571—1630)在长期的研究工作中，深受毕达哥拉斯和柏拉图的研究传统的影响，他力图发现与数学和谐相一致的宇宙秩序或物理世界的规则性。开普勒是哥白尼学说的信徒，但他甚至比哥白尼更相信，表现在日心体系中的简单的几何秩序和数学比例关系，反映了宇宙创造者的设计思想。在他的早期研究中我们可以找出一个典型的例子：他急切地希望把当时已知的6颗行星及其离太阳的相对距离同5个规则的几何形(所谓“柏拉图立体”)联系起来。在1596年发表的《宇宙结构的奥秘》一书中，他骄傲地宣称他成功的洞察了创世计划的奥秘。据称他发现，原来造物主是按照一个精致的数学模型来塑造太阳系乃至整个物理世界的。

毕达哥拉斯学派的几何学家和柏拉图都已经知道有5种正多面体，而在哥白尼体系中有6大行星：水星、金星、地球、火星、木星和土星。开普勒想到，5个规则的多面体正好用来分隔六个行星离太阳的距离。

开普勒从这些“柏拉图方体”中最简单的一个即立方体(正六面体)开始。立方体可以有一个惟一的外接球，同时也可以有一个惟一的内切球。因此，可以令立方体被1号球外接，但立方体内包含2号球。这2号球则包含下一个规则多面体即正四面体，它又包含3号球。3号球则包含正十二面体，后者又包含4号球。这样，开普勒的宇宙模型中的排列顺序可以表述为(见图2)：

1. 土星轨道的球
立方体
2. 木星轨道的球
正 4 面体
3. 火星轨道的球
正 12 面体
4. 地球轨道的球
正 20 面体
5. 金星轨道的球
正 8 面体
6. 水星轨道的球



图 2 开普勒的宇宙模型

令人惊异的是,开普勒根据这种柏拉图的立体套件的几何学计算所得的比率,与根据哥白尼的观察资料所得的行星半径(平均距离)的比率,居然能达到比较好的符合。

于是,开普勒在《宇宙结构的奥秘》中说:“我企图证明,上帝创造宇宙和规定宇宙秩序的时候,曾考虑到 5 种规则的几何体(从毕达哥拉斯和柏拉图时代我们就已经知道它们),他按照它们的大小,确定天体的尺寸、数目、比例及其运动关系。”^[11]开普勒因为这本书而成名,并成为第谷·布拉赫的助手。

开普勒以火星为例进行新的探索。他企图使第谷关于火星轨道的准确的新数据符合匀速圆周运动的哥白尼体系,尽管他用了偏心等距点方法,仍遭到了彻底失败。同时,也没有任何一种圆的复合运动能得出一条与实际观测资料(有限的分立的点群)相一致的路径。经过 4 年的计算,他仍然发现根据第谷的新数据计算出的轨道与哥白尼的图式刚好相差 $8'$ 。凭着对第谷的深切了解,开普勒坚信第谷观测资料的误差远小于这个数值。因此这只能意味着:哥白尼的同心圆球和本轮图式解释不了火星的实际运动。同时这也是对开普勒的正多面体宇宙模型的一个反驳。然后,开普勒在毕达哥拉斯主义的根本信念上并未动摇。他确信,观测事实与旧理论的不一致只意味着存在一种新的数学

和谐有待他去发现。

偏心圆和复合圆的尝试的一再失败,促使开普勒对“正圆轨道”这种古老的教条发生了怀疑。但是他始终坚信天体运行必定沿着规则的几何形的轨道。最初他假定火星轨道为通过近日点和远日点的某个圆,但发现大多数观测点落进圆内。于是他大胆猜想真正的轨道可能是卵形的,因为卵形曲线不便于计算才用一个假定的椭圆来代替,结果观测点落在正圆与假定的椭圆之间。再经过4年多的刻苦计算,在尝试了19种想像的路径并由于或多或少的观测值不一致而又否定它们之后,开普勒最后才发现真实的轨道。它是一种椭圆!^[12]这就是“椭圆路径定律”和“面积定律”的发现。^[13]

但是,开普勒并不以此为满足。因为还没有一个适合于所有行星的总体模式。尽管他以前的正多面体宇宙模型的尝试失败了,然而他仍坚信应当存在一条联系整个太阳系的和谐定律。他受毕达哥拉斯学派关于“天体乐章”的思想的启发,企图发现行星轨道间距和音符之间的关系,结果终于发现了关于周期与平均半径关系的“和谐定律”。^[14]

开普勒的研究已经进入了真正的近代科学的范畴。这是因为他的研究工作有两大特点:一是对于观测事实的新态度,即把准确的定量的观测证据作为理论的最高裁判者;二是成功地用数学语言、公式表述物理定律。这也是近现代科学家最典型的工作方式。然而,不能忘记,正是追求宇宙的数学和谐的毕达哥拉斯主义引导他走向这一步的。

开普勒并没有将关于行星距离的数学相关性研究进行到底,这个任务由一个较不著名的翻译家完成了。1772年,丹尼尔·提丢斯译著《自然的探索》的一个脚注中明确提出了一个属于毕达哥拉斯主义传统的相关性。他指出,诸行星离太阳平均距离与经过“适当调整”的等比级数3,6,12,24,……的各项相关,见表1。

表 1 波得-提丢斯定律

行星	水星	金星	地球	火星	(小行星)	木星	土星	(天王星)
计算值	4	7= 4+3	10= 4+6	16= 4+12	28= 4+24	52= 4+48	100= 4+96	196= 4+192
观测值	3.9	7.2	10	15.2	?	50.0	95.4	191.9

这样得到的一批数学居然与观测值(地日距离取作 10, 作为基准)惊人地一致。这种关系给著名天文学家约翰·波得以深刻的印象。由于他的拥护和宣传, 这个关系逐渐为世人所接受。这个关系通常被简称为“波得定律”。提丢斯和波得预言, 在火星与木星之间, 在 $4+24=28$ 个单位的位置, 宇宙创造者决不会使一个行星离开这里而造成空缺。1801 年和 1802 年果然在这个位置发现了小行星谷神星和智神星(后来发现这一带的小行星总共有 2000 多个)。1871 年所发现的天王星也满足这种特殊的数学相关性。按照毕达哥拉斯主义的眼光看来, 太阳系诸行星之间的这种成功的配合决不可能出于偶然的巧合。这种想法在现代原子物理的原子空间中同样得到了印证。

有些持古典归纳主义观点的作者把开普勒三大定律的发现和近代天文学的确立简单地看作“归纳法的胜利”。依我们看, 不如说是“毕达哥拉斯主义”研究传统的胜利。这是因为在观测资料到物理定律之间, 不可能有机械的归纳程序或任何固定的逻辑通道存在。然而, “数学和谐性”和简单性却是有力的帮助发现的启发性原则。

三、近代力学的建立

伽利略(1564—1642)和开普勒都认为, 数学方法以无与伦比的方式提供了安排和理解物理世界的技术。物理科学的任务是, 建立一个包括数学证明、物理假说和观察结果在内的逻辑上和谐的理论系统。也和开普勒一样, 伽利略的研究工作是基于古老的毕达哥拉斯主义的信念。即自然界是依照数学定律运转的, 而且只当发现与观测结果相

符合的数学定律时,观测结果才能得到说明。两者的区别仅在于,开普勒着力研究天上物体即行星运行的数学定律,而伽利略却着力研究地面上运动物体的数学定律(他只对天空作定性的研究)。

伽利略在《伪金鉴识者》一书中说明自由落体定律时说:

哲学写在这部宏伟的书(我指的是宇宙)中,这部书始终对我们开放着,但它很费解,除非人们首先学会理解这部书所用的文字。它是用数学语言写的,它的文字是三角形、圆以及其他几何图形,没有这些图形,人们甚至根本不可能理解这部书中的一个词。^[15]

伽利略的这段话被认为是科学研究中毕达哥拉斯主义的宣言,或对毕达哥拉斯主义观点的颇有说服力的概括。在伽利略的创造性工作中,毕达哥拉斯的对数学相关性的关注和偏爱整数数字比的倾向也是一种启发力量。伽利略在《两门新科学》(1638)中说:“迄今为止没有人指出,一个物体从静止开始降落时,在相同的时间间隔中所经过的距离,彼此间的比是从1开始的奇数”。这里,我们可以看出,伽利略在探索和建立近代力学基础的过程中,因发现数学和谐性而得到的心理上的满足。

英国科学史家梅森指出,伽利略的惯性原理是有缺陷的,因为他没有“匀速直线运动”概念,他把地面上物体的惯性运动看作实质上只是沿地球表面的圆周运动的一部分。^[16]这说明伽利略还没有摆脱关于圆是最完美的几何图形这一古老的毕达哥拉斯的概念。许多人因伽利略只是定性地研究天体并对开普勒的行星定律(首先是椭圆路径定律)采取冷漠态度而感到惊讶。假如人们能考虑到伽利略关于“圆的完美性”的想法,对此也就不难理解了。这样看来,无论伽利略的研究的成功方面和失败方面都与毕达哥拉斯传统有联系。

伟大的经典力学缔造者牛顿(1642—1727)将伽利略的地面上物体的运动定律与开普勒的天体力学定律成功的统一起来。正是牛顿才真正找到了自然规律的数学和谐性的核心(主要是牛顿第二定律和万有引力定律),因此他能从这个基础出发,借助于数学思维,逻辑地、定量

洪定国先生《物理实在论》一书第八章“群论、拓扑、纤维丛与规范理论”中,就对基本粒子论中的对称性作了精细地分析。他指出,在彭加勒群(洛伦兹群是其子群)变换中,基本粒子场方程保持形式不变,从而基本粒子的时空对称性得到最终形式的体现。另一方面,基本粒子的内禀性质的对称性则是通过么正变换群来描述的,后者又分解为相变换群与特殊么正群 $US(n)$ 等等。^[29]

按照规范场先驱者韦尔的分析,电磁场及其与物质的相互作用,是相对于 $U(1)$ 规范物质场的拉格朗日函数密度的必然结果。其中 $U(1)$ 是体现场的基本对称性的么正群。洪定国由此指出,在规范理论的构架中,“对称性确定着动力学”是一个极为深刻的新物理思想。^[30]

在夸克模型被提出后,人们在物质结构的更深层次,可发现毕达哥拉斯主义和柏拉图式的基本对称性的现代形式。盖尔曼的“夸克模型”最初所追求的不是“物的逻辑”却是“形的逻辑”,但它比坂田模型取得了更大的成功。事实上,盖尔曼首先着重考虑的是与物质客体有关的基本对称性,而不是直接考虑物质客体本身。“夸克”最初正是作为“基本对称性的数学抽象”而出现的。(请注意图中盖尔曼所用的符号 p 、 n 、 λ 3 种夸克(见图 3),就是后来改用 u 、 d 、 s 表示的上、下、奇异夸克。进一步又发现另几种夸克——粲、顶、底夸克,而且每 1 种夸克又分为 3 种用来说明强作用方式的“色荷”,因此总共可细分为 18 种夸克)这就与由“柏拉图立体”所表示的“数学和谐”非常合拍了。

名称	p	n	λ	λ	n	p
符号						
电荷	$+2/3$	$-1/3$	$-1/3$	$+1/3$	$+1/3$	$-2/3$
奇异数	0	0	-1	+1	0	0

图 3 “三味”夸克模型

(图中 3 种夸克及反夸克作为重子和介子的组成部分。箭头表示自旋取向,夸克与反夸克的性质互为镜面反射)

爱因斯坦的相对论时空观,则是从另一个角度复活了毕达哥拉斯和柏拉图用几何表现自然的观念。1907年爱因斯坦的老师闵可夫斯基(1864—1909)用四维空间表述狭义相对论,把有关物理定律解释为对洛伦兹变换群的不变性,由此体现物理世界内在规律的基本对称性。广义相对论则更进一步抓住了深层的本质的东西。爱因斯坦把握了质量引起的空间弯曲,物体的轨道被表现为黎曼空间的最短线(测地线)。这样他就使物理上的场论观点与黎曼几何的空间理论融为一体。从而完成了“自然的空间化”或“物理学的几何化”。无怪乎怀特海说:“现在爱因斯坦和他的继承人都主张引力这一类物理事实,可以说是时-空性质中局部特征的表现。他们这种学说便是在追随着纯粹的毕达哥拉斯传统,从某种意义上来说,柏拉图和毕达哥拉斯比亚里士多德更接近于近代物理科学。”^[31]这也许正是爱因斯坦所说的科学家有时“甚至还可以像一个柏拉图主义者或者毕达哥拉斯主义者”的一种理由吧。^[32]

对称性是自然秩序的一种象征。由于规范场包含深刻的内在对称性,而对称性确定着动力学,确定着相互作用。因此,杨振宁说:“近(现)代物理学研究自然界的‘力’,发现共有4种:核力、电磁力、弱力和引力。4种力和它们的能都是规范场。”^[33]由于抽象的数学对称性对揭示物理世界的奥秘往往有示向作用,因此探索新的对称性已经成为现代物理学家认识世界的一种重要手段。

注释与参考文献:

- [1] 洛西. 科学哲学历史导论. 武汉: 华中工学院出版社, 1982, 18
- [2] 海森伯. 严密自然科学基础近年来的变化. 上海: 上海译文出版社, 1978, 52
- [3] T. 丹齐克. 数: 科学的语言. 北京: 商务印书馆, 1985, 33~34
- [4] 黑格尔. 哲学史讲演录(第1卷). 北京: 商务印书馆, 1983, 238~239
- [5] 丹皮尔. 科学史. 北京: 商务印书馆, 1975, 51
- [6] 黑格尔. 哲学史讲演录(第1卷). 北京: 商务印书馆, 1983, 241
- [7] 坂本贤三. 科学思想史. 东京: 岩波书店, 1984, 50

生命本质新探

任晓明

(南开大学哲学系,天津:300071)

关于生命本质的问题,一直是原苏联哲学界和西方哲学界关注的热门话题。随着自然科学和哲学的发展尤其是人工生命的兴起,生命的涵义以及生命与非生命的界限逐渐有了相应的变化,从而使人们以全新的视角来探讨生命的本质,对生命的本质有了更为深刻的认识。生命是什么这一古老的问题,又在新的条件下重新提了出来。本文将分析原苏联哲学界、西方哲学界尤其是从事人工生命研究的学者对生命本质的看法,并对生命的本质做出自己的概括。

一、恩格斯和原苏联哲学界对生命本质的探索

众所周知,恩格斯在《自然辩证法》一书中提出了著名的生命定义。在他看来,“生命是蛋白体的存在方式,这个存在方式的基本因素在于和它周围的外部自然界的不断的新陈代谢,而且这种新陈代谢一停止,生命就随之停止,结果便是蛋白质的分解。”^[1]显而易见,局限于当时的生物学发展水平,恩格斯的生命定义中像蛋白体这样的提法是比较笼统的、不够明确的,但是恩格斯的定义把“不断的新陈代谢”作为生命的本质属性,对于我们概括生命的本质,仍然具有重要的指导意义。

20世纪50年代末以前,原苏联的哲学和生物学文献普遍采用恩格斯提出的生命定义。当人们认识到生命的物质基础不能只归结为“蛋白体”时,哲学家和科学家们便开始了使这一概念更明确的尝试。

原苏联医学科学院院士 B. M. 日丹诺夫 1964 年提出的定义就是这

种尝试之一,他指出:“我们可以把生命定义为有机物质存在的一种特殊形式,其主要基质是核酸、蛋白质和有机磷的化合物。生命的本质是遗传信息(机体的有序性和复杂性的度)的量和质的增长。在这个意义上,生命是环境熵和生物机体信息之间的矛盾统一性的表现。”^[2] 这一定义既从物质基础方面,又从功能方面考虑了关于生命的最新科学发现,这是它的长处;另一方面,它排除了恩格斯定义中最重要的原理,那就是指出生命的本质在于不断的自我更新,这是它的不足之处。

A. C. 马姆津提出的生命定义比日丹诺夫的定义更准确一些,他认为:“生命就其基本形态来说,可以把它定义为开放的胶体系统的存在方式,这些系统的必不可少的成分是蛋白质、核酸和有机磷之类的化合物。这些化合物在周围环境相互作用的过程中,通过积累和改造物质、能量和信息具有自我调节和发展的属性。”^[3] 值得注意的是,这个定义不仅强调了自我调节和发展,而且提到了开放系统,但令人遗憾的是,它漏掉了诸如自我复制那样的重要生命特性。

更有特色的生命定义之一是 M. Γ. 切皮科夫提出的:“生命是特殊的异源物质基质的存在方式,物质基质的普遍性和专一性决定了有机界通过其统一性和多样性表现出来的各种形式合目的地自复产生。”^[4] (p. 85) 在这个定义中,作者回避了构成生命的具体化学成分,而只是笼统地讨论了生命的物质基础。这种看法与原苏联哲学界通行的看法不合拍,不过很超前。因为在当时还没有发现与生命的化学成分如蛋白质、核酸无关,而与其他非生物化学的物质有关的生命形式。我们现在知道,人工生命恰恰是这样的生命形式。因此,切皮科夫的定义是很有新意的。

20 世纪 80 年代,下述定义在原苏联哲学界提出的定义中是比较有代表性的:“生命是物质运动的最高级自然形态;它具有各种水平的开放系统的自我更新,自我调节,自复产生的特点,这些开放系统的物质基础是蛋白质、核酸和有机磷化合物”^[5] 显而易见,这一定义与其他原苏联学者的定义一样,都保持了对恩格斯生命定义的继承性,只不过是根据生物学及其相关学科的现状对恩格斯的定义做了更加明确的

说明。

总的说来,原苏联哲学界的生命定义继承并且在一定程度上发展了恩格斯的生命定义,这是值得肯定的。但是,他们拘泥于当时的生物学发展状况和水平,局限于概括生命的物质基础或者具体的化学成分,没有能够在生命本质探索上取得突破性进展。而我国哲学界对恩格斯的生命定义的理解,受到原苏联解释模式的影响。也没有取得较大的突破。我们认为,哲学上的生命定义应当具有高度的抽象性和概括性。在这一方面,切皮科夫的定义对我们有启发性。只有撇开生命的具体化学成分,才有可能得到高度抽象的生命定义。这种定义是那样普遍适用,以至于可以包括像人工生命那样的生命形式。

二、西方哲学界对生命本质的探索

在西方哲学界,关于生命是什么的问题,一直是众说纷纭、莫衷一是,甚至连哪些东西可以算是有生命的或者活的都没有一致的看法。不过人们还是列举了生命的一些属性。例如,在亚里士多德那里,就已经提到自滋养、生长、衰亡、增殖、食欲、自我运动、思维。其中一些属性似乎不是生命的本质属性。例如,骡子是不能繁殖的,此外一些年老的和年幼的动物也不能繁殖。除非把增殖理解为物种或种群通过增殖而代代繁衍,而不仅仅是指单个个体自身能够增殖,否则这个概念作为生命的属性是有问题的。实际上,亚里士多德倾向于用保存在物种中的潜能来解说生命。亚里士多德对生命的解说被一些哲学家看作是现代机能主义(functionalism,又译为功能主义)的先声,但这种说法也引起了争议,其依据是,机能主义的思想是笛卡儿在讨论心-身的问题时表现出来的,而亚里士多德并没有讨论心-身的问题,因而不可能有机能主义思想。但是,机能主义的奠基人帕特南(Hilary putnam)不同意这一说法。他认为,亚里士多德关于生命和心智的解说预示了机能主义的思想,是刻画生命本质的有益尝试^[6]。对亚里士多德的文献的上述解读,总的说来与人工生命的基本思想一致,也与人工生命创始人兰顿

(Langton)特别强调生命机能(function,又译为功能)的思想相一致。

亚里士多德认为,生命与心智(mind)之间,生物学与心理学之间不存在形而上学的鸿沟。他把生命和心智看作隐含着不断进步的生命潜能的形式。在他看来,生命的低级形式所具有的能力在较高级的生命形式中都具有。与此相反,笛卡儿把精神和先验理性看作是人独有的属性。按照这种观点,就不可能建立动物心理学,因为在他看来,动物只是一个复杂的机械系统。人有心智并不是因为有一种建立在物质基础上的心理属性,而是因为由神赋予人一种精神性的东西所致。假定,羊看见狼撒腿就跑,在亚里士多德那里,他用羊具有感知能力来解释这一现象;而笛卡儿则用羊的身体中动物精神的运动来解释。在笛卡儿那里,这些运动原理是由物理学来描述的——它可以解释动物和植物的生命功能。对于亚里士多德来说,生命科学也是建基于物理学之上的,在这一点上,他和笛卡儿是一致的。但是,他不像笛卡儿那样提出这样的问题:“物质的东西何以有生命?”因为亚里士多德认定,物理世界很自然地容许力量不断增长的生命形式的突现。他关于物质有一种发展生命潜能的思想对人工生命研究的影响很大。关于自动催化网络和人工代谢作用的研究就是基于亚里士多德自组织潜能形式的一个尝试。由此可见,在西方哲学的传统中,生命的本质是与生命的功能或者机能相联系的。至于生命的具体化学成分或者物质基础是什么,则不在他们考察的视野之内。

关于生命的定义,西方哲学界主要有3种比较流行的观点:(1)把生命定义为一组具有松散联系的属性;(2)把生命定义为一些属性的特定集合;(3)把生命定义为一种代谢作用。第一种观点认为,生命的属性应该是一个个有代表性的但并非生命实体所必然具有的属性。在他们那里,生命现象及其差异性仅仅被看作维特根斯坦(Wittgenstein)所说的家族相似(相似簇)。这样的属性人们提出了很多,例如法默(Farmer)和贝林(Belin)列举了8个属性^[6]:过程、自繁殖、自我表现的信息存储、新陈代谢、与环境的功能性相互作用、部分间的相互依赖性、紊乱下的稳定性、进化的能力。泰勒(Taylor)对于用这种松散联系的

人探究。因为,没有其他生命范例,就很难把生命的本质属性与生命的非本质属性区分开来。既然对地球上的生命的研究无助于我们对生命的深层次本质属性的认识,那么我们惟一的选择就是尝试去合成另一种生命形式——人工生命。不言而喻,“人工生命”(简记为 AL)研究的是具有自然生命系统行为的人造系统。正是这种研究的兴起,才使人们开始从复杂性科学的视角看待生命的本质,从而使我们有可能在生命本质探索中取得突破性进展。接下来我们将会看到,换一个角度思考问题,对深化生命本质的探索是十分有益的。

从事人工生命研究的学者贝多(Mark A. Bedau)在“生命的本质”一文中指出^[6],探讨生命的本质并不仅仅是罗列一系列属性,生命的最有特色的性质只有一个,那就是适应的进化。生命的发展是一个适应进化的过程;适应进化可以说明生命的一切特征。但是贝多强调,他所说的适应是一种特殊形式的适应,它不是像街上的红绿灯那样只有开和关这两种选择的僵化的适应,而是“顺从的适应”(supple adaptation)。他认为,能够说明生命多样性统一的基本原则是自适应过程的顺从(suppleness)原则。这种顺从就生存、增殖甚至发展而言,对意想不到的变化能够不断做出新的解决。这种顺从对错综复杂的不可预见的偶然事物有无限多样的反应。它类似于 T. 雷用来描述进化过程的那种“无止境的进化”^[6]或者类似于霍兰德所说的“不断更新”^[6]。在人工生命研究者中,贝多对生命本质的探索很有代表性。他所说的顺从是生命系统与环境作用的中介,强调的是生命系统与环境的相互作用。不仅如此,贝多还关注生命系统的功能,着重探讨了生命系统的动态特征。显然,贝多探讨生命本质的方法就是复杂性科学的探究方法。

由此可见,从人工生命的视角看生命的本质,可以对生命的本质有更深入的认识。人工生命研究者在生命本质的讨论中反复提到的生命本质属性包括自组织、自主性、反应(responsiveness)、增殖、进化以及代谢。可以看出,这些属性除了代谢属性之外都可以用信息论术语来定义。每一个特性(除了代谢之外)都已经在一定程度上揭示了(机能主义的)人工生命系统的特征。显然,这个惟一的例外就是代谢。我们知

试图定义它[生命],但是没有任何定义可以涵盖它无限的、自相矛盾的多样性”^[6]。看起来,生命真是一个谜,任何人想要定义它,指出它的本质,都将会殚精竭虑,也许还收效甚微。在亚里士多德和康德看来,生命的本质应该是哲学家考虑的问题,但是大多数哲学家对此一无所知,也许是因为它太过于“科学”了。另一方面,当有的生物学家谈论生命的本质时,生物学界又对谈论这些一般性问题不以为然,也许是因为这个议题太“哲学”了。但是,人工生命这个新的跨学科研究领域的出现改变了这种状况。接下来,我们将通过讨论3种颇有代表性,对我们又有启发性的生命定义,力图在汲取这些定义长处的基础上,提出自己的定义,揭示生命的本质。

超循环理论的创始人艾根(M. Eigen)曾经指出在生物学界有3条“经典的”生命标准^[9]。它们是:

- (1) 自我复制——以保存生命信息,尽管有平稳的破坏;
- (2) 变异性和选择——以扩大信息量,为某种价值标准造成某种倾向;
- (3) 代谢作用=自由能流——以补偿平稳的熵产生。

艾根认为,这些标准肯定是必要的,但是,对于描述“生命”现象,它们未必就是充分的。我们认为,艾根从系统科学和复杂性科学的视角看问题,探讨了生命的功能和信息方面的特征。这种看法很有启发性,值得我们关注。

生物学哲学家萨特勒(R. Sattler)的定义也很有特色。他把生命定义为:“生命系统即自我复制、自我调节、呈现个体性的开放系统,并从环境中摄入能量”^[10]。我们认为,萨特勒的定义指出了生命的一些本质属性,例如自我复制、自我调节,同时还把生命与开放系统即能不断进行物质和能量交换的系统的存在相联系,这是值得肯定的。但是完整的生命定义还应该包括诸如自适应、自组织这样的属性。

我国学者胡文耕对生命下了这样的定义:“生命是具有不断自我更新能力的,主要由核酸与蛋白质组成的多分子系统,它具有自我调节、自我复制和对体内、外环境选择性反应的属性”^[11]。胡文耕先生的定

义继承了恩格斯定义的最重要方面,同时吸取了现代自然科学的重要成果,因而是有价值的。但是这个定义只适用于地球上的自然生命。显然不适用于像人工生命那样的生命形式。

综上所述,我们认为,要概括生命的本质,对生命下定义,必须从3个方面入手:(1)阐明生命的功能是什么;(2)要阐明生命作为一种系统的本质特征是什么;(3)要阐明生命作为一个过程,其动态特征是什么。按照上述3个方面的要求,生命是什么的问题应当这样来回答:“生命是自复制、自适应、自组织的开放信息系统,它具有进化、对环境做出反应、不断自我更新的属性”。这个定义无疑汲取了上述定义的长处,同时又有优于上述定义之处。具体表现在下述几个方面:

1. 我们的定义继承和发展了恩格斯定义的精髓,从生命的功能和信息的角度揭示了生命的本质。虽然在恩格斯的定义中,并没有直接出现自复制、自适应、自组织这样的概念,但是从恩格斯关于生命的有关论述中可以看出,这一思想内在地包含在他的定义中。他所说的新陈代谢并不是指生物化学意义上的代谢,而是包含了不断自我更新,自我发展的丰富内涵的哲学概念。而我们的定义是在现代科学和现代哲学,尤其是人工生命研究的基础上,对恩格斯定义的继承和发展。

2. 我们的定义撇开了生命的物质基础方面的内容,我们的探讨不涉及诸如蛋白质、核酸之类的具体化学成分。在我们看来,生命的本质在于它的功能或行为,至于它的载体或物质基础则是非本质的因素;这种载体究竟是什么,那是无关紧要的。我们撇开生命的物质基础方面的内容,其好处在于,无论生命的涵义如何变化,无论生命与非生命的界限如何变化,我们的生命定义都用不着随时调整和修改,以适应这种变化。而且,我们的生命定义不是自然科学的定义,而是一种对生命本质加以抽象的哲学定义。它具有高度的抽象概括性。原苏联学者之所以没有能够在发展恩格斯定义方面取得突破性进展,原因就在于没有撇开生命的物质基础方面的具体内容,没有把握恩格斯定义的实质和精髓,没有从哲学的高度对生命本质加以抽象概括。

3. 正是由于我们的定义撇开了生命的物质基础方面的内容,从生

从功能与信息角度揭示了生命的本质,才使得我们的定义具有较大的普遍适用性。它既适合于我们地球上基于碳链化学的生命;又适合于基于其他非化学媒介的诸如人工生命那样的生命。既适合于我们这个星球上的生命;也将适合于其他星球上可能存在的生命形式。因为,其他星球上可能存在的生命,其化学成分说不定就与我们地球上的生命的化学成分完全不同。

当然,我们在这里提出的生命定义并非完美无缺和绝对正确。对生命这种十分复杂而带有几分神秘的系统,我们的知识仍然十分贫乏,我们的认识仍然比较肤浅。不过,我们相信,随着人工生命研究和生命科学研究的深入,我们对生命本质的揭示将更加深刻,更加全面。

注释与参考文献:

- [1] 恩格斯. 自然辩证法. 北京:人民出版社,1971,277
- [2] B. M. 日丹诺夫. 论“生命”的定义. 苏联医学科学院通报,1964(1),33
- [3] A. C. 马姆津. 论“生命”概念的定义,现代生物学哲学问题. 列宁格勒,1966,117
- [4] M. Г. 切皮科夫,生物学的现代革命、哲学分析. 莫斯科,1976,85
- [5] H. И. 杜比宁,Г. B. 普拉托诺夫. 生物界辩证法. 北京:北京大学出版社,1989,60~61
- [6] Boden M. A ed. The philosophy of Artificial Life. Oxford:Oxford University Press,1996,21,331~335
- [7] Mayr E. The Growth of Biological Thought. Cambridge:Harvard University Press,1982,53
- [8] Schr Ödiger, E. What is life? Cambridge:Cambrige University Press,1969,74~75
- [9] M. 艾根,P. 舒斯特尔. 超循环论. 曾国屏等译. 上海:上海译文出版社,1990,426
- [10] R. Sattler. Biophilosophy-Analytic and Holistic Perspectives. Springer-Verlay,Berlin,1986,228
- [11] 胡文耕. 生物学哲学. 北京:中国社会科学出版社,2002,29

论生命的本质

李建会

(北京师范大学哲学系, 北京: 100875)

一、定义生命的困难

生命是什么? 历史上, 哲学家们非常关心这个问题。亚里士多德、康德、恩格斯等都曾提出过自己的看法。然而, 在分子生物学革命之后的很长一段时间, 哲学家和生物学家们似乎完全忽视了这个问题。本来生物学的革命大大推进了我们对生命的理解, 我们好像应当能够更准确地说出生命是什么, 然而, 遗憾的是, 从 20 世纪 50 年代到 80 年代, 生物学家和哲学家几乎大都避而不谈这个问题。生物学家往往感到这个问题太“哲学”, 因而把它当作是一个哲学问题, 而不是一个科学问题。而另一方面, 哲学家们可能感到这个问题“太科学”, 因此把它主要当作一个科学问题, 而不是一个哲学问题^[1]。所以, 当今一些主要生物学哲学家的生物学哲学著作, 比如像罗森伯格的《生命科学的结构》, 索伯的《生物学哲学》, 都没有把生命的本质问题作为一个主要的问题来研究。在我国科学哲学界, 生命的本质问题更是很少有人触及, 多年来, 主要的哲学刊物几乎没有发表过一篇关于生命本质问题的研究论文。

人们之所以很少谈论生命的本质或定义问题, 一个重要的原因是这个问题太难回答。之所以难以定义生命, 主要有下述几个原因。

首先, 我们每个人都有着关于生命的常识经验, 而定义生命往往要包含所有的生命现象, 其中包括大量常人不熟悉的生命和处于极限状态下的生命。这样定义出的生命概念可能和常识观念相差甚远, 甚至

完全相反。我们常识的生命观念一般都与动物和植物的一般特征有关,这些特征包括生长、繁殖、自我维持、对外界刺激做出反应等等。但当我们定义生命时,我们需要考虑所有类型的生命的特征,包括细菌等微小的生物,甚至还要考虑病毒、类病毒、蛋白感染素等的生命特征。这些生物的特征和我们的常识观念具有非常大的差别。

其次,不同学科的人在定义生命时,往往从本学科出发,把生命的某一方面加以强调,把某一方面作为生命的本质。比如,生理学往往把能够完成诸如消化、新陈代谢、排泄、呼吸、运动、生长、发育和对外界刺激做出反应的功能的系统定义为生命系统。生物化学和分子生物学又往往把生命有机体看作是传递编码在 DNA 和 RNA 中的遗传信息的系统,这些信息可以控制蛋白质的合成,而蛋白质决定着生物的主要性状。进化论往往把一个能够通过自然选择进化的系统看作是生命系统。热力学则又把生命系统看作是一个与其他的环境交换物质和能量的开放系统。开放系统能够“吃进”负熵,使系统从无序创造出秩序,利用这些负熵保持和重建它自己的组织。不同学科的视角的不同也使人们感到生命难有统一的概念。

第三,生命现象与非生命现象存在着连续性,它们之间并没有一条截然分明的界限;而我们定义生命的目的又是要把它们明确地区分开来,这必然使我们关于生命的定义要么太宽,把一些非生命的现象也包括在内;要么又太窄,一些生命现象也被排除在生命之外。比如,上面不同学科关于生命的定义尽管是有意义的,但实际上,它们在逻辑上都是不能令人满意的。它们或者把生物学家认为是有生命的系统当作是没有生命的,或者把非生命的系统也当作是有生命的。比如,生理学定义就会把休眠的种子、病毒、类病毒等排除在生命系统之外,因为它们并不进行新陈代谢,又把汽车等非生命的系统当作是有生命的,因为汽车也能进行新陈代谢。生物化学和分子生物学的定义会把蛋白感染素(导致瘙痒病的似蛋白感染粒子)排除在生命之外。

由于这些困难,有些生物学家往往把生命的定义问题当作一个回答与不回答对生物学的发展并没有多大影响的问题^[2]。1960 年的诺

贝尔桂冠得主,免疫学家梅达沃(P. B. Medawar)曾经不耐烦地说,生命是什么的讨论使人感到生物学对话的低水平。生物学家往往认为我们关于生命的直觉的概念对我们研究生物学现象已经足够;没有清晰明白的生命概念并不会对生物的结构、功能、进化过程等方面的研究产生任何不良影响。一些哲学家也因此认为对生命概念作精确的定义对生物学研究并无必要。哲学家塞尔(John Searle)就说过,“生物学家当然不需要持续不断地思考生命是什么,并且确实,大多数生物学的著作甚至不需要使用生命这个概念。然而,没有人在他健全的思想里会否认他研究的生物学现象是生命的形式^[3]”。斯蒂尔尼(Kim Sterelny)和格里菲思(Paul Griffiths)在他们新近出版的一本生物学哲学的著作中也曾说道,生物学家并不需要一个生命定义来帮助他们识别他们所思考的东西是什么^[4]。

然而,并不是所有的生物学家和哲学家都赞同这样的观点。1958年的诺贝尔桂冠得主,遗传学家约书亚·莱德伯格(Joshua Lederberg)曾写道,“理论生物学的一个重要目标是给出一个生命的抽象定义(转引自[2])。”除理论生物学家对生命概念感兴趣以外,研究生命起源的生物学家、研究地外生命的生物学家等也都认为生命的定义问题非常重要。因为对生命的不同定义直接关系到他们工作的内容、范围和研究方向。20世纪80年代末兴起的人工生命学科更是把生命的概念问题作为首先要回答的问题。

二、地球上“如吾所识的生命”

20世纪80年代末兴起的计算机与生物学交叉的前沿科学人工生命曾把地球上的生命说成是“如吾所识的生命”(life-as-we-know-it),而把其他可能的生命形式,包括在计算机中创造的数字生命称为“如其所能的生命”(life-as-it-could-be)。生命的定义不仅要涵盖已知的生命,而且要涵盖未知的或可能的生命。这里,我们将先从我们所知道的地球上的生命特征说起。地球上的生命,如果从物质组成、结构和性质

性^[5]。历史上,由于自然选择,生物物种不断进化和发展,表现出高度歧化的发展态势和趋向。在漫长的进化过程中产生了植物、动物,最后进化出了智能生物——人类。

地球上的生物与生物之间还通过相互作用,形成了一个复杂的、动态的、稳定的生态系统。在这个系统中,所有生物相互制约、相互依赖。生态系统还和它的存在环境之间相互作用,形成一个包括所有生命以及地球底层大气空间、陆地表面、岩石圈、水圈在内的生物圈。在生物圈内,生物通过改变自己,不断地进化以适应变化的自然环境和生命环境;同时生命也通过它们的活动改变着它们的生存环境。

生命的多层次性的级联结构使我们认识到,生命是自然界中的一种高度有序的现象。这种有序性,从微观到宏观、从过去到现在全方位地表达出来。这种有序性既是结构上的,又是功能上的;既是空间上的,又是时间上的。这种结构还使我们看到,在生命的每一层次,都有新的属性突显出来。这样,我们在研究生命现象时,既要看到各层次之间的关联性,又要看到各层规律的独立性。

从规律上看,所有生命几乎都遵循相同的基本规则:所有生命使用相同的遗传密码、遵循着相同的复制、转录和蛋白质合成机制以及相同的DNA修复机制。生命的代谢活动,包括各种主要的生命物质的生成、转化,能量的获取、利用方式等,也都有着高度的一致性。

从性质或特征上看,地球生命具有下述一些特征。

首先,所有生命都处在与外界不断地进行物质和能量的代谢过程中。物质代谢和能量代谢实际上是一个过程的两个方面。生命在合成自身物质的过程中储存能量,在分解物质的过程中释放能量。新陈代谢的关键的化学过程是三羧酸循环和氧化磷酸化。新陈代谢是生命存在和活动的基础。

其次,生物在代谢过程中伴随着生长、发育和衰老过程。单细胞在代谢过程中会不断地长大,而多细胞生物更是具有一个生长、发育的过程。

第三,生物具有自我复制、繁殖和变异的现象(或经由繁殖而来)。生物在复制和繁殖过程中表现出高度的遗传特性,即亲代的遗传信息

质分子或核酸分子组成的生命形式,那么接着的一个问题就是:在生命起源的过程中,是先有蛋白质,还是先有核酸?这个问题曾有过激烈争论。“RNA 世界”说认为是先有核酸。20 世纪 80 年代初有人发现在一定条件下 RNA 具有酶的功能:在 RNA 分子剪切过程中起催化作用的是 RNA 自己。这为先有核酸说提供了证据。然而,原体的发现使人们又认为先有蛋白质。原体分子本身就携带有遗传信息,并控制自身的复制。因此,到底谁先谁后,现在还是没有完全弄清楚。

由于在现今生命中,核酸与蛋白质之间是密不可分的。蛋白质是在核酸的信息指导下合成的,而核酸又是在蛋白质的催化下复制和转录的。因此,也很有可能早期前细胞的原始生命形式既不是 RNA 分子,也不是蛋白质分子,而是由核酸和蛋白质(或许还有类脂)组成的大分子系统。在这个大分子系统内,氨基酸与核苷酸之间的关系通过相互作用逐步确立,即遗传密码在这种作用中产生。

结构定义还有一种观点,即生命-细胞同一说。这种观点认为,不存在分子状态的生命形式,所有生命都是细胞才具有的。蛋白质与核酸一旦产生,必须包含在类脂形成的膜结构之内才能形成独立的生命形式。病毒、类病毒和原体都缺少膜分隔,因此都不能在宿主细胞之外进行各种生化反应。所以它们都不是独立的生命。

(二) 功能定义方法

与结构定义强调生命的结构特征相对,功能定义主要从生命的性质和功能来定义生命。功能定义也有两种,一种强调生命是多种性质的集合,所以又称“集合定义”(cluster definition);另一种强调少数几种或一种性质为生命的本质性质,可以叫做“根本性质定义”。

“集合定义”往往是通过列举生命的一系列特征来定义生命。比如莫诺(Monod)在他著名的《必然性和偶然性》(1971)一书中列出三个特性作为生命的定义特性:目的性,自主的形态发生和繁殖的不变性。克里克根据下列几个特征定义生命:自我繁殖、遗传、进化和新陈代谢。一般的生物学教科书列举的性质更多一些,比如:新陈代谢、生长、发

育、遗传、进化、应激性、自稳态、自组织,等等。著名生物学家恩斯特·迈尔曾经列出一个更长的生命性质列表^[7]:

- (1) 所有层次的生命系统都有非常复杂和适应的组织;
- (2) 生命有机体由化学上独特的一组高分子构成;
- (3) 生命系统中的重要现象主要是质的,而不是量的;
- (4) 所有层次的生命系统由高度可变的独特个体的群体组成;
- (5) 所有的有机体拥有历史上进化来的遗传程序,它使有机体能够参与目的性的过程和活动;
- (6) 生命有机体的类别是由共同家系的历史连接定义的;
- (7) 有机体是自然选择的产物;
- (8) 生命过程特别难以预料。

多伊恩·法默(J. Doyne Farmer)和贝林(Aletta d'A Belin)曾经列举了下列一组性质作为生命共有的典型特征^[8]:

- (1) 生命是时空中的一种模式(pattern),而不是特殊的物质客体。对生命来说,重要的是模式和各种关系的集合,而不是特殊的原子实体;
- (2) 生命具有自我繁殖的能力,或者至少是通过繁殖产生的。比如骡子虽然不育,但也是通过繁殖过程产生的;
- (3) 生命存储有自我表征的信息。比如自然界的有机体在DNA分子中都存储有关于它们自己的描述,这种描述可以被生物自己翻译成蛋白质;
- (4) 生命具有新陈代谢的能力,即是说,生命可以不停地与环境进行物质的和能量的交换;
- (5) 生命可以与环境在功能上发生的相互作用。即是说,有机体可以有选择地对外界刺激做出反应,能够适应环境,同时它们也能够创造和控制它们相应的环境;
- (6) 生命的组成部分之间相互依赖。这种相互依赖维持了生物体的统一性;
- (7) 生命能够在扰动面前保持稳定,或者它说能够在噪声环境中保持自己的形态和组织,发挥自己的正常功能;

(8) 生命具有进化的能力。这种进化能力并不是有机体个体的性质,而是有机体系谱的性质。

法默认为,这个列表远远不是完善的。有些有机体,比如病毒在很多方面处在生命和非生命之间的状态。一些生命起源模型中的“原始有机体”也是这种“半活性的”实体。而根据这个列表,我们也可能把生态系统和社会系统看作是生命。所以,法默说,生命和非生命之间并没有一种截然分明的界限。恰当的做法是把生命看作具有“一种连续的组织模式的性质,其中有些模式比其他模式更多或更少活性^[8]”。

集合定义通过各种性质的相互补充来帮助我们区分生命和非生命,这可以使我们避免过分简单地断定某种性质是否是生命的本质属性。然而,这既是它的优点,又是它的缺点。因为哪些性质可以作为生命的定义特征,哪些性质不能,仿佛并没有一个一致的标准。这就使我们感到集合定义有时显得相当任意。这种定义的性质列表总是变动不已,有的人的列表长一些,有的人的列表又短一些。不同的人总是根据自己的理解列举出不同的性质。

“根本性质定义”虽然也从功能性质出发定义生命,但主要是从少数更根本的性质来定义生命。生命有多种性质,然而,是什么原因使这些性质集合在一起形成生命这个独特的实体的呢?集合定义并不特别关心性质之间的联系,它解释不了为什么特殊的一组性质要集合在一起产生生命这样的实体。根本性质定义则力图克服集合定义的这些缺陷。

根本性质定义目前主要有4种:一种是“新陈代谢说”;一种是“自创生说”;还有一种是“灵活适应说”;最后一种是我所赞成的“信息说”。由于这部分的内容较多,所以我们在新的一节讨论这些定义。

四、几种“根本性质”定义

(一) 新陈代谢说

“新陈代谢说”是物理化学在生物学上应用的产物。19世纪,由于

物理学、化学和生理学的发展,人们开始把生命看作是能够通过物理化学方式与外界环境进行物质和能量交换的新陈代谢活动,即生命系统中看不见的组成成分的、持续的同化和分解过程。新陈代谢现在可以被定义为生命系统以酶为媒介的chemical的和能量的转换网络的总和。新陈代谢包括物质代谢和能量代谢两个方面。物质代谢是指生物体内物质的变化,包括同化作用和异化作用两个方面。同化作用是生物把从外界吸收来的物质合成为自身的物质的过程;异化作用则是生物把自身的物质分解,排出体外或重新利用的过程。能量代谢包括储存能量和释放能量两个方面。物质代谢和能量代谢实际上是一种过程的两种不同表现。有机体在同化作用的过程中储藏能量,而在异化作用的过程中释放能量。有机体物质的更新、生理机能的发生和有序结构的维持,都有赖于能量代谢。活的生命的一个基本的表现就是其体内一直在进行着物质代谢和能量代谢。这种活动一旦停止,生命也就不复存在。所以,很多人把新陈代谢看作是生命的本质。

20 世纪 40 年代,薛定鄂把这种新陈代谢观点作了进一步发展,提出了“负熵说”生命定义,认为生命是一种依靠新陈代谢持续面对热力学第二定律的系统。下列段落概述了他的观点^[9]:

什么是生命的独特特征? 什么时候一块物质可以被说成是活着的? …… 正是通过避免迅速腐败进入惰性的“平衡”状态使有机体看上去如此不可思议 …… 生命有机体怎样避免腐败呢? 显然的回答是:通过吃、喝、呼吸和(在植物的情况下)同化。专门的术语叫新陈代谢……新陈代谢的本质就是有机体成功地在活着的同时使它自己从它必然产生的熵中摆脱出来。

随着随着现代物理学、化学、生物学以及系统科学的发展,到 70 年代,这种负熵说被人们发展成为“自创生说”。

(二) 自创生说

自创生论是由亨伯图·马图拉纳(Humberto Maturana)和弗兰西斯科·瓦里拉(Francisco Varela)等人于 1974 年提出的关于生命的定

义。这种定义是新陈代谢定义和物理科学中的自组织理论相结合的产物。弗雷施克尔(Gail Raney Fleischaker)1990年进一步把这个定义加以发展和具体化。“自创生”(Autopoiesis)由希腊语“auto”,即“自我”和“poiesis”,即“制造”构成。自创生系统具有三个特点:一是自我设界,即生命系统自己为自己设置边界,从而使自己与环境或其他生物区分开;二是自我产生,即生命的所有组成部分,包括它的内容物和边界都是由系统自己转化产生的;三是自我维持,即生命内部的活动在时间中是持续不间断的。马图拉纳和瓦里拉创造“自创生”这个词就是为了说明生命的那种动态的自我维持和自我创造的特性。根据马图拉纳、瓦里拉和弗雷施克尔的观点,生命需要从外环境输入和转换能量以驱动和维持其自身生产过程,并保持其自身远离平衡的状态。生命系统的特点在于它能够把内部各个能量转换和物质相互作用的过程相互耦联,并组织成为一个完整的过程网络。在这个过程网络中,系统的各种组成部分,包括边界膜结构本身都能自动地、连续地再生产出来。

具体地说,自创生生命定义的要点如下文所述^[10]。

(1) 生命的基本构成因素是各个相关的生物化学过程;

(2) 各个相关的生物化学过程通过耦联而组织成为一个网络系统;

(3) 网状耦联的生化过程在空间上要求一个紧凑的结构,即被束缚于一边界膜结构之内,并在内部有选择地分隔;这样才能具有整体性和个性,并能延续自身;

(4) 在边界膜结构之内,生化过程网络通过能量的利用、转换和内外物质交换而实现其自身再生产。

自我生产系统中的“自我”就是指生化过程网络系统,也就是系统的整体而不是局部。自我生产的实现靠整体运作。自创生系统可以进行生物学意义上的新陈代谢,而非自创生系统不可以。蛋白质、病毒、细胞质和基因都是生命物质的组成部分。当它们处在动物、植物或其他细胞内时,它们可能被用来维持细胞或组织的自创生行为;但是,蛋白质、病毒、细胞质和基因本身并不能进行新陈代谢,它们在孤立状态

下永远不能自创生。新陈代谢包括无机物和有机物的交换(比如说呼吸、进食、排泄)以及相伴随的能量转化,这是自创生的可看到的表现。自创生决定着生理学,因此,它对于所有的生命物质来说是必要的。自创生实体——也就是我们说的生命——都必须进行新陈代谢。这些物质交换是自创生系统必须的条件,不论这一系统是什么。

总之,自创生理论认为,生命就是一个自我维持和自我创造的生产组织,这个组织在空间上是整体的、不可分的,在时间上又是连续运作的。一个活生命就是一个能连续地自我生产其本身结构的自组织系统。

弗雷施克尔认为,自创生在原则上并不依赖于任何特殊的材料。生命可能不一定必须由水构成,也不一定由含有碳、氮和氢的蛋白质构成,更不用说由氨基酸或者任何其他某种特殊的化合物构成。但是,由于现在生活在地球上的所有生命都来自共同的祖先,因此所有的生命都是水-蛋白质-核酸化学体系的一部分,这种状况一直持续了 30 多亿年。这样,地球生命的自创生的化学知识为我们评价生命研究,尤其是生命起源和进化的研究提供了一个框架^[1]。

(三) 灵活适应说

灵活适应的生命概念是由美国里德学院的哲学教授马克·贝多(Mark Bedau)提出来的。贝多认为,过去我们定义生命都是试图给我们日常的生命观念一个一致的解释,但这不仅非常困难,而且是注定要失败的。因为生命的真实本质恰恰在很多方面是与我们的直觉相反的^[1]。所以,贝多认为,在定义生命的问题上,我们的思维应当来一个 180° 的大转变。首先,从目标上看,生命的定义应当能够包含并统一现有生命的多种多样的性质,并且能够解决在定义生命时困扰人们的各种各样的难题。生命有多种多样的性质,一个好的生命定义应当能够给这些性质一个统一的解释。另外,在定义生命时人们还提出好多困难的问题,生命定义必须能够解决这些难题。这些难题主要有 4 个方面:(1)边界案例问题,比如,病毒是不是生命? 前化学汤中是不是存在非细胞形态的生命?(2)生命的层次性问题,生命概念最高可以应用

性特点作出一个统一的解释。比如,因为生命是灵活适应系统,所以在历史发展过程中,它们产生了非常复杂的适应组织,即历史上相互关联的具有遗传程序的有机体。灵活适应中的随机变变化解释了为什么生物学过程特别难以预料,也解释了为什么生命系统由非常易变的独特个体群组成。此外,生命的应激性等特点也可以用灵活适应来解释。

其次,贝多认为,他的生命定义可以解决过去在生命概念问题上遇到的各种问题。比如,对于生命和非生命之间的连续性问题,以往的定义都要我们在生命和非生命之间作出非此即彼的选择。而灵活适应说可以避免这一点。因为灵活适应有程度的不同,所以,贝多认为,生命和非生命之间并没有一个截然分明的界限。不同的系统可以呈现不同的灵活适应,同一系统的灵活适应水平也可以随着时间的变化而变动。由于系统的灵活适应水平是可以测量的,所以可以根据灵活适应水平的高低判断一个系统是不是有生命的以及它的生命的程度如何。病毒、冻结的精子、休眠的种子等可以看作是生命和非生命的边界情况。当它们处在孤立的情况时,它们失去了与灵活适应系统的联系,因而属于非生命;但当它们与灵活适应系统的联系重新建立起来时,它们又回到了生命的“王国”。对于生命的层次性问题,贝多根据基本的生命形式和派生的生命形式的划分,认为这是必然的,即是说,生命可以在不同层次上出现,不同层次包含不同的但却是有关联的生命形式。生态系统、经济系统等都可以看作是生命。关于生命是物质还是形式的问题,贝多选择的是后者。因为灵活适应是可以多重实现的,即是说,同一种适应可以在不同的物质基础中实现出来。因此,对生命来说,重要的是形式。对于生命和心灵的关系,贝多认为,灵活适应的生命概念从更深刻的意义上揭示了它们之间的统一。所有的生命形式必须想方设法应付复杂动态的不可预测的外界环境,心灵也同样如此。所以,生命和心灵的本质都是灵活适应,只不过后者比前者的程度要高许多。

贝多的生命定义提出来之后,成为一个非常有影响的生命定义。但我认为,贝多的定义是有缺陷的。首先,贝多的生命定义有着很明显的反直觉色彩。贝多要人们转变观念,把群体看作是基本的生命形式,

认知科学的哲学意蕴

魏屹东

(山西大学科技哲学研究中心, 哲学系, 太原: 030006)

认知科学是 20 世纪 70 年代中期兴起旨在研究心智(mind)工作机制的交叉性和综合性学科。由于心智现象的复杂性与神秘性,使得认知科学与哲学有着天然的血缘关系。本文对认知科学的哲学根源、研究范式的更替以及研究方法的转变进行探讨,从本体论、认识论和方法论角度揭示哲学与认知科学的关系。

一、认知科学的哲学发轫

(一) 认知研究的哲学起源

认知的核心是心智运作问题。对于心智问题的研究最早是从哲学领域开始的。哲学家思考一些具有形而上学特征的问题,并把这些问题的转化成科学上容易处理的问题,譬如,古代原子论之于道尔顿的原子论和现代原子-分子论,笛卡儿的身心二元论之于行为主义、功能主义、认知主义和联结主义,康德关于宇宙起源的漩涡说之于宇宙大爆炸说。在关于心智研究的许多方面,心智哲学家探讨了心智概念的定义、心智的本质、知识的性质、知觉、意识、行为、想像、概念、心理表征、思维与大脑的关系、思维与语言的关系等问题。以弗雷格和罗素的哲学为标志的“语言学转向”是“认知转向”的基础,通过语言符号进行心理表征的思想是由语言哲学家和心智哲学家提出的。而思想语言的存在及其特性在中世纪就开始广泛地讨论了,20 世纪由福德(Jerry Fodor)加以发展。这说明哲学是认知科学的先导和基础。

当代认知科学最基本的思想来源于哲学上的建构。唯物主义形而上学关于人类思维过程是某种生理系统的运行过程的概念为大多数认知科学家所接受。传统认知科学中的基本假设——符号计算的思想也是由哲学家提出并加以发挥的,计算的概念也是由哲学家提出的。无疑,认知科学得益于哲学家先前的种种努力。不仅在认知科学的起源上,而且在认知科学的研究中,哲学家都发挥着重要作用。人工智能(AI)中关于机器学习的许多逻辑性和推理理论也由哲学家提出,譬如,The dendrel and meta dendrel 专家系统是根据科学哲学家亨普尔的解释理论和波普的证伪方法建立的。认知建筑学中非常流行和广泛应用的模块理论(modularity)由福德提出的,他还提出了心理意向性和语言符号之间的双还原理论(double reduction),这些理论为人类认识系统和计算机语言系统奠定了理论基础。

(二) 认知研究的哲学假设

笛卡儿曾把人类创造知识比作是在怀疑的地基上建筑房子。这种怀疑的地基就是指创造知识所必需的一些理论假设。对于认知科学来说,每一个探索心智的专门理论都是依据一定的基本理论和方法论假设的,它们构成了整个认知科学的基础,尽管它们也需要得到进一步的检验。二元论的基本假定是心灵独立于身体而存在;唯物主义的基本假定是心灵依赖于生物体;行为主义基本假定是心灵不存在,行为决定功能;功能主义的基本假定是心理状态和物理状态之间是因果联系;计算表征主义的假定是心灵是计算表征过程。这些基本假定就像欧几里德几何学中的公设,是定理和定律的前提和基础。如果没有这些基本假定,认知科学的研究就无法进行下去。这些基本假定不仅具有形而上学的特征也是哲学反思的主要对象。因此,摆在哲学家面前的任务:一是澄清基本假定本身;二是反思和检验这些基本假定中存在的缺陷;三是建构认知科学所需要的概念基础;四是通过这些工作使认知科学的基础问题得到澄清。

(三) 认知研究的哲学反思

哲学家借助他们的方法论工具——思辨、争论、逻辑分析、概念分析和历史透视等对认知科学的基础进行审视和反思,为认知科学家提供方法论并为进一步研究给予深刻的启迪。从这种意义上讲,哲学家的工作就像工程检查员,对工程建设的全过程进行监督和审查,其责任和意义是巨大的。当然,哲学家必须熟悉所研究的科学领域,并做出具有洞察力的分析。以认知心理学为例,认知心理学家假定:(1)个人认知行为如记忆是心理表征和心理操作过程;(2)有关主题的信息存储在每个人的心理组织上是相似的;(3)可以通过许多个人的平均实验数据来推断心理组织的一般结构。这些假定形成当代认知心理学的基础,许多实验和理论是在此基础上建构的。但这些假定又往往被心理学家所忽视,因为他们视这些假定为理所当然的东西。当实验成功时这种情况更为明显,而当实验失败时,心理学家总能找到理由予以解释,不过这种解释往往是凭经验做出的,缺乏理性的分析。一方面,认知心理学的探询是依据自己特有的方式进行的(对个体人进行心理实验),看上去富有成效,但实践表明,这些成功是表面的、肤浅的,因为他们不加质疑地接受了这些假定。另一方面,有些实验无法进行下去是由于前提假定存在问题。这一切都充分说明,对于基本假定的审视和反思是必须的。

对认知科学家的研究成果进行逻辑分析和语言分析是哲学家的主要任务。逻辑原子主义者罗素认为,逻辑是哲学的本质,哲学的功能就在于逻辑分析。维特根斯坦提出全部哲学就是语言批判。逻辑经验主义认为哲学是确定和发现命题意义的活动。石里克指出“哲学使命题得到澄清,科学是命题得到证实。科学研究的是命题的真理性,哲学研究的是命题的真正意义。”他举例说,爱因斯坦对有关时间、空间陈述的意义的分析就是一种哲学的活动。在认知科学中,关于心智的意向性、身心问题、认知的本质的讨论都是一种哲学的分析活动。哲学家对于心智问题上的二元论、行为主义、功能主义以及计算表征主义的批判反

思有力地促进了认知科学的发展。不过,正如逻辑经验主义所认为的那样,逻辑分析和意义分析虽然不能得出任何新的真理,但由于澄清了科学命题的含义,也就给予科学知识一种明确性。科学史上许多具有决定性的进步都是基于对于基本概念和命题意义的澄清,譬如,元素概念之于化学,时间空间概念之于相对论。哲学正是通过逻辑分析和语言分析方法,说明概念和命题中语词、句子是如何联结起来的,如何获得意义的。因此,逻辑分析和语言分析方法使科学知识趋于精确化、逻辑化和科学化,为研究和揭示科学理论的深层结构提供了必要的研究工具。

在认知科学中,哲学家一般不进行系统的经验观察,也不建造计算模型,他们对认知科学的一些基本问题如计算和表征的本质。心灵与肉体的关系。认知科学中解释说明的实质。人如何进行规范性思维等问题进行反思,以澄清这些问题,并从逻辑和意义上检验其确定性。因此,我们可以说,没有认知科学的哲学是空洞的,没有哲学的认知科学是盲目的。

(四) 认知研究的哲学整合

认知科学有许多不同概念和不同理论,它们之间是什么关系,能否结合在一起,这是需要哲学家进行综合研究并进行整合的。哲学家的任务之一就是不同概念和不同理论组合在一起,构成一幅概念和理论的关联图。这种工作虽然认知科学家也可以做,但他们是运用具有自己学科特点的方法如实验设计和统计分析来做的。这些方法与不同概念和不同理论组合在一起的哲学方法是不同的,它们必须借助于哲学方法才能完成。

最近几年来,计算机科学家写出了不少关于人工智能的著作,但大多数是关于人工智能程序设计的导论。相比之下,哲学家写出的人工智能著作则是依据历史和概念分析对人工智能的全面理解。譬如,霍格兰迪(John Haugelandi)的《人工智能思想》一书,从哥白尼、伽利略、笛卡儿、休谟的思想来说明计算机技术所依据的概念,如形式系统、数

字式、运算法则、自动控制、意义与说明等的形成与发展。受此影响,一些计算机专家对各种人工智能研究程序和概念进行分析时,也采用了哲学风格,对机器翻译、启发式搜索、构架等概念进行历史的分析与及其关系的整合。譬如,认知科学哲学家萨伽德将认知科学不同概念和不同理论进行整合,形成了综合式唯物主义。当然,哲学上的整合还不是具体的科学研究,但可以给予认知科学家以启迪,促使他们将哲学上的整合转变成科学上的理论。

二、认知科学的范式更替

(一) 从形而上学到心理学

心智及其运行机制的理解和研究一直是哲学家最感兴趣的问题之一。对心智问题的研究最早可追溯到古希腊。柏拉图和亚里士多德曾试图解释人类知识的本质。柏拉图认为最重要的知识来源于理念,它不依赖经验而能凭天赋获得。亚里士多德认为人们是通过三段论的推理取得知识。16世纪的理性主义哲学家笛卡儿和莱布尼茨认为人们凭借思维和推理获得知识。经验主义哲学家洛克和休谟认为人们通过经验获得知识。18世纪,康德把理性主义和经验主义调和起来,主张知识既依赖于理性又依赖于经验。19世纪以来哲学家对心智的探讨一直没有停止,胡塞尔的现象学对纯粹意识的研究,认为心智的本质是意向性。海德格尔从存在主义的角度探讨心智的意向性意义,认为意向性是存在于现实世界中的存在,它从外在于它的世界中吸取有意义的内容。赖尔在《心的概念》一书中,批判了笛卡儿在心身问题上的二元论,称“物有广延而无思想,心有思想而无广延”的理论为“机器中的幽灵”,他把心理谓词所指称的心理活动、状态、过程及事件看作人的特定行为方式,而非神秘的幽灵式的事物,通过人的行为可以了解其心理活动。特别是20世纪以来,心智哲学家、科学哲学家和心理学家都从不同侧面研究心智和心身问题,提出种种观点,譬如,心脑问题上的同

一论、平行论、互动论和副现象论,解释心智现象的行为主义、还原主义、直觉主义和功能主义。但这种对心智的形而上学式的研究并不能给予心智以科学的说明,因为它们运用形而上学的纯思辨和猜测方法是不可能做到精确的科学解释的。因此,对心智的研究长期停留在哲学和传统心理学的范围。19世纪实验心理学的出现与发展才使这种情况有所改变。当时的心理学家冯特(Wilhelm Wundt)创立了系统研究心理操作的实验方法,使人们对于心智的研究从纯粹思辨转移到心理实验。在其后的几十年中,实验心理学成为研究心智的最主要的领域,并由此演化出行为主义(behaviorism)范式。

(二) 从行为主义到认知主义

行为主义是一种试图对心智进行客观研究的心理学理论。著名的行为主义者沃森(J. B. Watson)认为,心理学应严格限制在研究可观察刺激和可观察行为响应的关系上,意识与心理表征应排除在严肃的科学研究之外。事实上,行为主义完全否认心理现象的主观存在,把心智现象仅仅归结为人的行为。其实质是把心智当作“黑箱”,功能通过行为来解释。20世纪50年代,行为主义在北美一度占统治地位。期间,一些学者对行为主义范式提出了批评。乔姆斯基(Chomsky)强烈地抨击了行为主义关于语言是一种通过学习获得的习惯的主张,取而代之以由规则所构成的心理语法来说明人们理解语言的能力。随后,米勒(George Miller)及其学派对心智现象进行了系统性总结和深入研究,其结论是人类的思维能力是有限的,譬如,短时记忆的最大限度大约是7条。他认为记忆的局限性可以通过把信息重新编码分为组块(chunks)这种心理表征(mental representations)来克服,因为心理表征需要心理程序(mental procedures)对信息进行编码和译码。随着计算机的发展,20世纪60年代人工智能研究迅速兴起,以麦卡锡(John McCarthy)、明斯基(Marvin Minsky)、纽厄尔(Allen Newell)、西蒙(Herbert Simon)为代表的人工智能专家在70年代发展出认知主义范式。

(四) 计算表征主义的综合

认知主义和联结主义尽管存在着较大区别,但计算和表征是它们的共同特征。萨伽德(P. Thagard)把它们综合称为心智的计算表征理解(computational-representational understanding of mind, CRUM),也称计算表征主义。计算表征主义把人脑比作计算机,思维过程就好比计算机的计算表征过程。人们通过在心理表征之上运行各种心理表征程序如逻辑、规则、概念、类比、表象和连接而产生出思维和行为。也就是说,思维是一种采用计算隐喻来描述人的认知过程的计算过程。其中心假设是:对思维最恰当的理解是将其视为心智中的表征结构以及在这些结构上进行操作的计算程序。计算表征主义提出了心智的逻辑前提、规则、概念、想像和类比的心理表征形式,心智是运用演绎、搜索、匹配、循环和恢复的心理程序进行思维的。也就是说,心智具有心理表征特性,心理表征就是计算机数据结构,心智的计算程序就是算法,而思维过程就是运行程序。

联结主义还将神经元及其连接比作数据结构的激励器(inspirations),而将神经元的激活和传播反应比作算法的激励器。这样,CRUM就处于心智、大脑和计算机之间的一个三维类比,其中每一个都可以用来为其他两个提供新见解。事实上,并不存在一个独一无二的关于心智的计算模型,因为不同种类的计算机和编程方法意味着不同的心智运作方式。今天的大多数计算机是串行处理器的,一次执行一条指令,而人脑和某些最新开发的计算机是并行处理器的,一次可以进行很多操作。这说明心智、大脑和计算机的三维类比是可行的、合理的,但还存在着不少缺陷甚至错误。哲学家德赖弗斯(Hubert Dreyfush)和瑟尔(John Searle)认为计算表征主义从根本上是错误的,因为心智是意向性的,而计算表征主义是形式化的,形式不能表征意向,也不能表征情感。萨伽德则指出了CRUM模型的根本缺陷,认为它忽视了情绪、意识、意向性、物质环境以及社会环境在人类思维中的重要作用。在他看来,心智可能是一个动力学系统,而不是计算系统,大脑是

以一种完全不同的方式运作的。

三、认知科学的方法论转变

认知科学研究范式的更替同时就意味着研究方法的转变。就方法论而言,认知科学大体经历了还原方法、功能分析方法、内省审查方法、符号运算方法和网络联结方法。

(一) 还原方法

还原主义主张事物的高层性质、功能,可归结为低层的性质、功能,并用低层现象说明高层现象。反映在认知上就是认知还原主义或生理还原主义,认为心理过程可以还原为脑的生理过程,心脑是同一的。其主要证据是脑科学的研究,如脑损伤或受药物影响时人的思维、意识、气质、情感等都会受到影响,说明脑的生理过程是心理过程的基础。还原主义突出地表现为极端的语言物理主义,卡尔纳普是这方面的代表。他主张用物理语言说明心理现象,在他看来,每一心理语句都可用物理语言表述,物理学语言是普遍的,是“统一科学”的语言基础。企图用单一的物理学语言代替语言的多元性,消除语言差异造成的分歧。

受语言物理主义的影响,物理主义在认知问题上又表现为记号物理主义(token physicalism)和类型物理主义(type physicalism)。前者认为一个精神状态的每个记号等同于一个物理状态;后者认为精神状态类型等同于物理状态类型,而且每一心理性质等同于一个物理性质。这种修正了的物理主义认为心理的概念与生理的概念以及物理的概念具有同构对应性关系。这种同一性不是逻辑上的,而是经验上的。事实上,认知还原主义对心脑同一性的解释无论在理论上,还是在实践上都遇到了很大困难,因为心理的超物质性用生理的和物理的都难以找到一一对应关系,因此遭到行为主义和功能主义的反对,还原主义对心脑同一性的追求从还原主义开始,又最后否定了还原主义。

(二) 功能分析方法

功能主义(functionism)立足于功能,强调心理活动的功能表现,认为心智是机体与环境之间的中介,心理上的因果关系就是一种功能关系。功能主义是某种形式的实证主义,主张功能即解决问题,功能表现于解决问题的语境中。它强调功能分析方法,认为可以从心理事件之间功能关系来研究心理现象,智能的功能就是机体对环境的适应。功能主义可分为本体论功能主义、功能分析主义、计算表征功能主义和意向论功能主义。

本体论功能主义把精神状态表征为抽象的功能状态,认为一个精神状态是被它在一个因果网中的位置类型个体化的。这样,本体论功能主义把对心理学的关注放在一个从大脑的神经生理结构的细节抽象出来的层次上,支持了心理学的自主性主张。这种功能主义的具体表现形式是图灵机功能主义(或计算机功能主义),它把精神状态等同于图灵机的机器表状态。其困难之一是不能说明精神状态的生成性。普特南在 20 世纪 60 年代发表了一系列文章,阐述了自己的计算机功能主义观点。他认为心理状态必须用一心理状态与另一心理状态之间的功能关系来解释,而不用什么特殊的物质载体来解释,就像计算机的行为不能用其物理化学性质来解释,而只能由计算机程序来解释一样。功能主义的核心概念是“功能同构”(functional isomorphism),其含义是如果两个系统保持对应的功能,这两个系统就是功能同构。其难点在于说明心理或计算机功能描述与物理化学描述的区别。显然,普特南的功能主义是基于心理(思维)与计算机(计算)的类比的,在方法论上,他认为他的功能主义有两个优点:一是将心理状态与功能状态同一起来,从而避免了还原论在理论上所遇到的困难;二是功能状态的出现总是与机体的功能组织的某一部分的输入和输出有关,因而能为行为提供解释,从而避免了从外部倾向推论内部状态的行为主义所遇到的困难。

功能分析主义严格讲是一种寻求说明的研究策略,它将一个系统分成若干部分,然后按照各部分的能力及它们之间整合的方式来说明整个

系统的功能。从这种意义上看,功能分析主义说到底仍是一种还原主义的方法论。计算表征功能主义是一种心智操作主义,它将心理认知过程看作一个计算表征过程,通过逻辑、类比、表象等算法程序来进行认知与思维。这种功能主义过于僵化,忽视了心智的非理性的因素。

意向论功能主义主要是丹尼特(Daniel C. Dennett)的功能主义。它把意向性(intentionality)引入功能主义,从意向层次研究意识,发展了功能主义。意向性即指向他物的属性,使一事物区别于他事物。丹尼特认为是否具有意向性是区别意识功能状态与其他功能状态的标志。但随之而来的问题是:人是意向系统,计算机也是意向系统,二者的区别是什么,意向理论并未做出回答。

(三) 内省审查方法

内省主义或直觉主义是研究认知的一个传统的心理学理论,胡塞尔的现象学是这一方法的代表。现象学是以内省法或内在审察法研究纯粹意识的一门学问,胡塞尔把他的现象学规定为“回到事物本身”,即以理智的直觉来看待事物,表现出明显的自然主义倾向。他把意向性作为意识的本质特征,认为认知是意向性的,即指向某物的。这无疑是正确的,但直觉主义夸大了心智的能动作用,外部事物对于心智只是消极的适应。这样就会产生一个问题,如果认知是心智的直觉,直接指向外部事物,那么心智是如何产生的,外部事物对心智的产生起什么作用。要回答心智的产生问题,恐怕又要回到乔姆斯基的天赋论和皮亚杰的建构论,这两种观点仍在争论着。

(四) 符号运算方法

符号运算是认知主义(cognitivism)的主要方法。它的思想基础是信息加工理论,中心命题就是智能行为可以由内在的认知过程,对人来说就是理性思维过程来解释。认知主义将心智与计算机相类比,把认知过程理解为信息加工、处理同化的过程,把一切智能系统理解为物理符号运算系统。这种研究方法汲取了控制论、信息论和系统论的精华,又兼

个人的心理活动的,只能通过行为来掌握。这是行为主义的优点。但这种完全否认心灵的内在活动,过分强调刺激—反应的支配作用的方法肯定是行不通的,它忽略了人的主观能动性对环境的反作用以及意志的自我调整作用,夸大了外部环境的决定作用,与心灵主义来之于内省,注重内省分析相反。沃森是古典行为主义的代表,以斯金纳为代表的新行为主义受操作主义的影响,把心理活动等同于行为本身的一组操作,认为用科学的操作来规定心理学上的一些术语的意义,可以减少无谓的争论。有助于将心理学建立在客观的实验操作的基础上。新行为主义虽不否认心理活动,但将其看作是行为的操作,用外部观察简单的行为代替了丰富的心理活动,排斥了整体的心理的内在意义、目的和动机。

(二) 文化进化方法

文化主义认为,认知是一种文化现象,人的智力在几千年中几乎没有发展,认知的发展是借助于文化进化的结果。怀特(Leslie A. White)、小里克特(Maurice N. Richter, Jr)是文化主义的代表。怀特认为人类全部文化包括科学都依赖于符号,文化而不是社会才是人类与众不同的特性,文化对于科学较之社会对于科学有更直接和更重要的作用。他给出一个文化传统、智力因素和科学知识关系的公式: $C \times B = P$, C 代表传统文化, B 代表智力因素, P 代表发明与发现的概率。他证明在人类相当长的历史中 B 基本上是个常量,是文化决定了发明与发现的概率。一种发现与发明是已经存在的文化要素的综合或是将一种新的要素吸收到一种文化系统中。也就是说,发现与发明是由文化决定的。

里克特认为科学认识是作为个体的认知发展在文化上的对应物,是作为传统文化知识的一种生长物,是作为文化发展的一种认知形式。因此,他从文化的、认知的、发展的三个方面理解科学认识,认为科学发展的方向类似于个体的认知发展方向,科学发展的起始点是传统的文化知识,科学发展的结构一般类似于进化过程的结构特别是类似于文化进化过程的结构,科学是一个从个体层次向文化层次的认知发展的

和经验,也忽视了物质环境、社会环境对心智的影响。萨伽德主张对计算表征主义进行生物学、动力学、意识经验、社会性和文化性因素的整合,将计算表征主义语境化。在哲学上,他坚持一种他称之为综合式唯物主义的立场,即主张计算、神经生物学和意识经验的理论综合,反对心智问题上的二元论、还原式唯物主义、排除式唯物主义和功能主义。

五、结 束 语

心智活动是既复杂又神秘的现象。说它复杂是因为到目前为止人类对它的研究还只是停留在模拟阶段,而对于它的真正工作机制还不清楚,即使最好的智能机,其灵活性、意识性都无法与人脑相比。说它神秘是因为它总是和意识、心理、情感等非理性因素纠缠在一起,困扰着认知科学家和哲学家。认知科学的兴起就是试图克服哲学对于心智现象纯粹思辨式的研究,用科学的方法去揭开心智神秘的面纱。但认知科学又离不开哲学,需要哲学的指导和启蒙。人工智能的失误并不是技术上的失误,而是哲学上的失误。在单纯技术层面上不可能解决心智运作问题。心理学家加德纳(H. Gardner)之所以把认知科学所包含的学科列为哲学、心理学、语言学、人类学、人工智能、神经科学 6 个学科,目的在于表明心智问题需要这些学科的联合攻关才可能解决。诺曼(Donald A. Norman)提出了认知科学的 12 个主题:信念系统、意识、成长、感情、相互作用、语言、学习、记忆、知觉、行为实现、技能、思考,它们是相互关联的,其中任何一个部分都不可能与其他部分完全独立。这两位学者都把哲学放在首位,恐怕不仅仅是学科排列上的习惯,而是由哲学的特性决定的。因此,我们可以得出结论:哲学是认知科学的坚实基础,认知科学包含着深刻的哲学认识论和丰富的哲学方法论。我们还可以做出预测:认知科学将为科学哲学研究提供新的研究领域,将成为 21 世纪科学技术哲学开采的富矿。

为主义心理学派的崛起,由于对意识本身无法进行行为定量研究,因而意识问题也一度遭到冷遇。只是到了 20 世纪 50 年代,与计算机科学相结合的心理信息加工学派得到蓬勃发展,意识问题开始受到认知心理学的关注。但由于技术和方法上的局限,意识依然没有从根本上得到应有的重视。

到了 20 世纪 90 年代,国际学术界开始把意识问题作为自然科学多学科研究的重要领域之一,并日益受到自然科学家的重视。迄今为止,已创办刊物 3 种,召开国际会议 10 多次,发表论文 1300 余篇,在 Nature、Science 等著名国际刊物上也有很多这方面的研究成果报道。克里克(F. Crick)的文章和著作强调现在是使用自然科学的方法进行意识研究的时候了^[1],并从理论上提出一些设想和假设,包括如何设计一些实验,特别是视觉实验,来探索意识问题^[2,3]。近年来人们在视觉知觉方面的一些实验中找到了研究意识问题的突破口^[4]。无损伤脑功能成像实验技术的发展,也为研究意识问题提供了良好的实验手段,^[5,6]在这些实验结果的基础上,理论研究也有所发展。

目前,理论上有关意识模型方面的研究主要有两种途径。一种途径是从神经网络方法出发来对意识过程进行建模。由于这种方法从根本上讲没有突破经典计算的框架,因此在刻画意识的自明性方面存在着严重的局限性。另一种途径是为了避免上述的困境,一些科学家们提倡采用量子物理学方法来进行意识的建模研究。但将意识问题降低到物理层次显然是不合理的,这会带来模型的极度复杂性而根本不切合实际。

看来,意识问题远比我们一开始想像的要复杂得多的多。意识科学研究的道路还刚刚开始。从科学的角度,要想彻底揭示意识的本质也一定是一个漫长的逼近过程。因此在一开始,我们就有必要对人工意识的研究途径进行哲学反思,以便最终我们能够对意识的人工实现问题有一个明确的答案,不管这个答案本身如何!

能仅仅定位在一个部位,也不应该仅仅看作是简单的神经物质单一决定的问题。

现有的神经生理学研究认为,在大脑皮层存在一个意识活性三角区,即丘脑层间核三个部位感觉皮层(包括枕叶、顶叶和颞叶)、额叶的前运动区和前扣带回构成的三角区域。而意识流就是相关神经集群激活模式序列的轮流选择,其激活频率则与 γ 频带(30~70Hz)有关。这样不仅把意识与神经基础相联系,也将其与意识产生的方式相联系了。

在意识神经基础问题的研究中,有关“意识的神经相关物”(neural correlate of consciousness, NCC)的讨论^[2],不仅是为了研究意识的物质基础,而且更是为了了解意识产生的方式和过程。这里所谓意识的神经相关物就是指一个直接相关于意识状态的神经系统。或者更详细地讲, NCC 是这样一个最小的神经系统,在这个系统中的状态可映射意识的状态,在一定条件下,这个最小的神经系统的状态足以反映意识的状态。

目前,有关 NCC 的研究主要围绕着意识内部表象、特征捆绑问题、注意问题以及神经时空编码问题等意识的部位和本性展开。在 20 世纪 90 年代,德国的两个电生理小组,先后在猫的视觉系统中发现 40Hz 的同步振荡以后,许多科学家在不同情况下也都观察到此类现象,并认为对事物的感觉活动中不同特征敏感的神经元,可能正是通过 40Hz 的同步振荡将他们整合起来,从而形成一个完整的物体概念。甚至克里克和柯茨从理论上推测 40Hz 同步振荡可能与意识和注意的神经基础有关^[3,7]。这一推测也得到了部分实验的证明。

那么如何解释意识的产生问题呢? 20 世纪 70 年代末产生而在 80 年代走向成熟的神经达尔文主义是由美国洛克菲勒大学的 G. M. Edelman 提出的,其主要思想借鉴了达尔文的自然选择学说,认为由神经元通过紧密互联组成的神经元群是脑内神经联结的结构和功能模式的选择性活动主体^[8,9]。而我们的意识活动和心智活动就是动态的达尔文过程,所有的行为现象都是由神经细胞活动的时空模式决定的,这些时空模式相互竞争中的每一时刻的赢家,就将成为显现的心智活动,特别是意识活动。实际上,这里强调正是意识的自涌现机制。

三、人工神经网络的“意识”及其局限

有关人工意识方面比较早期的一种研究途径是从神经网络方法出发来对意识过程进行建模,如泰勒提出的三段阶意识的神经网络模型^[10~12]、巴尔斯的注意模型^[13],以及亚历山大有关视觉觉知模型等^[14],都是这方面的研究工作。尽管这种神经网络方法存在着严重的局限性,但由于人工神经网络理论和技术本身具有可实现性强的特点,起码可以在某侧面(当然不是全部)反映意识某些特性。

在视觉觉知方面,英国皇家学院的亚历山大教授提出了一个具有革新意义并且条理结构性很强的人工神经系统。该系统通过图像学习处理将所感知的虚拟世界完全描述出来。在所讨论的3个训练层次中,就其稳定性和可覆盖性而言可以定义为意识的一种状态的。神经系统被赋予了表现颜色及形状的能力并予以编码以形成图像。另外神经系统也体现了诸如重构能力、短长期记忆、注意力、对颜色及形体的辨识反应、物体命名以及范畴分类方面的能力。

为了具体构造反映这些特点的人工神经系统,并给出实验数据,问题的核心是实现图像传递。假若两件事情只有通过对有机体的辨识区分其差异的话,我们假定这种差异可以用神经系统的激活图式来描绘。这就直接暗示了对可感知事件的意识或者记忆是该事件通常所引起的部分或者整个激活图式的重构。可以称上述这种关系为“影像表达”。显然在一个人工神经系统中将整个影像呈现展示出来是有可能的。问题是,人工神经系统如何形成图像传输,并且这种图像形成与自然系统中所发生的有否联系?

亚历山大根据图像传递的工作原理来定义人工神经结构(ANS)。这不是单一生物神经元模型,而是部分神经系统中多神经元活动特性的简单模型。要解决的关键问题是如何在试验中将所谓有机体能注意到的神经信号的产生和一段时间的维持给展示出来。这里实际上是把所有感知模式中的图像呈现看作是意识研究的关键所在。

当然,上述两阶段现象感知模型仍对许多细节点未作解释,特别是:(1)在工作记忆区中,什么是普通延展行为轨迹的动态源头?(2)WMs 中编码是如何构造起来的?(3)什么是意识出现的一般原动力?

为了进一步说明这些问题,泰勒又给出了一个三阶段模型,其特点是在两阶段模型的基础上,加上了第三个阶段的处理。在三阶段模型中,模型分三个处理阶段。最低或者说第一阶段的模块标记为 A1, A2, ..., 它们仅与特定样式的低级特征分析相关。许多模块参与到这些处理当中。第二阶段是标记为 B1, B2, ... 的模块,代表后皮层缓冲存储器地址。它们从第一阶段模型的预处理活动中得到输入材料,彼此联接并通过侧抑制参与竞争从而能选择到最适当的知觉对象进入现象感知,更早给出的情况在这些模块的行为轨迹中仍然得以反映。最后一个也就是第三个阶段包含有正面的模块,且有值得我们注意的回馈控制功能,这种功能可恢复第二阶段模块的活动,可减少或增加第一模块的刺激选择度。

对一给定的输入内容而言,三阶段模型中不同模块的活化度水平处于 3 种不同的状态:(1)忽略;(2)消极的感知;(3)指引式的关注。在状态(2)下,头两个阶段被激活,而在状态(3)下所有的均被激活。由于反馈的调节,在整个激活水平到所有状态下就存在预料的差异,因此不同状态下的水平被规范标准化。干扰就被忽略。

我们现在着重看一下三阶段模型的最后一个阶段。这一阶段接受上面谈到的第二个阶段来的意识材料并通过规划和推理达到目标。这样,我们从上面的讨论可以总结得出,受前区系统作用的主要处理有:(1)不定时间的缓冲;(2)刷新后区活动;(3)在其他前区对神经表征起作用;(4)形成新的缓冲器;(5)比较/匹配新输入材料与目前的缓冲材料;(6)激活旧的表征;(7)存储目标。

为了形成更高层次意识,这些活动与正在进行中的活动之间的“混合”处理要求存在竞争处理,同样的原因形成低层次意识就需要 NRT 的参与。

总之,泰勒的三阶段模型已经说明实现更高级意识的一些可能性。

尽管在可用空间上难免粗略(草率),如何成功的完成注意力、判断思考、计划预言、图表学习以及选择前额处理是尤为重要的。而且在这样一些显著的功能之中需要清楚地指出情绪所处的位置。而更高级意识的一些更为普通的方面,例如意图和内省,也已经考虑。^[15] 泰勒的意识神经网络模型不仅仅描述的相当简短,而且也删略边缘叶系统模型,尤其是海马及相关部分。

对于神经网络模型,由于雷兜文证明了这种神经连接主义方法从根本上讲其表达能力与传统的符号逻辑主义方法是等价的,^[16]而对于符号逻辑主义方法,已经证明其不可能描述意识现象,因此意识的神经网络方法存在着一定的局限性。实际上,不管是亚历山大的视觉觉知模型,还是泰勒斯的阶段性模型,都没有真正实现意识的自觉性,而仅仅是实现了一种对感知的标识。因此,与其说这些模型是针对意识的,倒不如说是针对元感知的。

四、量子物理机制的“意识”及其局限

于是为了避免上述的局限性,一些科学家们提倡采用量子物理学方法来进行意识的建模研究^[17]。在这方面,主要有阿莫卢梭等人的开创性工作^[18~20]以及皮罗斯将神经计算与量子意识相结合的设想^[21]。

我们知道,一个系统要具备意识能力就要求具有精确的、复杂的系统结构,包括具有自组织和自适应能力、高度与环境直接相互作用的能力、把握控制系统结构相位变换参数关键值的高度复杂性、良性分别以及具有层间强耦合与层内匀称结构的大规模多层组织、具有可构造的同构状态和高级吸引子完形,即自涌结构的特定响应环境刺激的形式^[22]。

在这一方面,如上所说,神经网络,特别是吸引子神经网络和协同神经网络模型等已经作了一些很好的模拟。但这些网络模型并不是惟一可以模拟意识活动的模型,大量理论与实验表明,意识也与量子系统相关联。这种观点在理论上由彭罗斯等人提倡而得到发展。量子假设能够关联到意识过程的主要理由有以下4个。

(代表吸引子的核)的语境自涌现结构。所以虚拟结构是建筑在其构成材料基础上的吸引子。他们代表关系与速率的错综复杂的网(webs);一个神经图式仅当其在构建空间中比邻近的神经构建在系统动力学中更稳定和更起主导作用时,才成为一个吸引子。

由薛定谔方程决定的量子机制不能展示吸引子,但他们可以在波函数坍缩情况中形成吸引子。在那种情况下,因为经典宏观系统(测量仪器或环境或我们的感官)与量子系统的相互作用,波函数坍缩到一个特定的量子本征态(一个量子图式)作为一个吸引子而出现,所以这里也有量子虚拟结构且他们不可能被仅仅还原为一个量子本征态。因为他们仅作为与经典系统相互作用的结果出现。这样量子虚拟结构被重构为量子测量的结果,其中“测量仪器”可以直接是我们的感官并与神经系统联结,或者是一台由神经系统观察的机器——间接方法。不论是哪种情况,波函数坍缩作为一个与经典系统特定相互作用的结果而出现。如果相互作用是基于知识的,那么坍缩的几率是非常高的(比如像收音机,如果我们知道正确的频率,我们就能收听到所对应的信息)。

所以再次强调,虚拟结构不能被还原到一个神经或量子媒介的对应状态,尽管他们与其密切相关。虚拟状态总是非局域性的或并行分布的。他们不能被测量或仅能被间接测量——在他们对应的神经或量子集群的状态上。为了建模和分析起见,我们必须区分神经的、量子的和虚拟的层次,以及环境的影响。在一个有机组织的合成中,当然他们涉及一个统一的过程,包括环境,那个统一过程就称为(意向性)意识。

我们的假设是:意向性意识(我们对意识某对象的认识)涌现于集群系统动力学,并由环境激发。神经生物系统具有这样对外部和内部环境刺激的一种特定自指影响的能力完全是进化的结果。另一方面,在心灵中具有神秘和静虑经验,我们可以认为这些特定的信息处理和更深的过程背景是无意向性(前)意识,是各种物质过程的基础。

实际上,与神经网络类似,我们同样可以有对应的量子意识神经活动的信息处理集群动力机制描述。也就是说,我们能够找到许多连接神经网络与量子理论之间的数学类比。由于我们的神经网络模拟完成

的很好,我们能够在量子水平找到类似有效的认知信息处理能力。具体的对应性主要体现在这样一些方面。

首先,神经元状态向量可以用量子波函数描述。在神经网络理论中神经元系统的状态是由一个向量描述的,正好反映的是神经元系统的随时间变化的活动性分布。特定的神经元图式代表一定的信息。在量子理论中量子系统的状态则可以用随时间变化的波函数描述。这样一来,神经元状态是神经元图式的一种叠加就可以变为是量子本征波函数的一种叠加了,并且叠加的量子本征波函数通常具有正交性和正则性的。在本征态的线性组合中,每一种本征态有一个对应的系数,描述在系统的实际状态中一种特定意义表达的可能性程度。

其次,神经元信号的时空整合可以用薛定谔方程的 Feynman 形式来描述。在非相对论量子力学中,描述这样动态方程可以用 Feynman 形式的薛定谔方程给出从初始态到终极态的并行分布变换。系统通过展示其构成量子点之间众多内部相互作用来变换自身。而动态方程的关联函数(作为参与不同图式中神经突触的两个神经元之间的关联描述)就由 Green 函数给出,来作为单个“量子图式”的自关联之和描述。关联函数的动态调整(学习)则用密度矩阵替代。其中根据联结学习普遍适用的 Hebb 规则,同样可以推出有关的量子信息处理方法,即分别是量子概率密度矩阵或量子统计学。

再次,神经系统从潜意识到意识转变对应到“波函数坍缩”。当然同神经图式解构一样,这个过程完全是系统环境影响的结果,环境选择那些最类似于(或关联于)环境状态的量子图式,即波函数坍缩是从隐序到显序转变的结果。隐序代表众多可能状态或过程的组合,其可以类比为的一组所谓的“并行世界”或由 Everett 提出的一般波函数并行亚支。显序,另一方面,代表着当下物理实际的一个状态或过程,其源自于隐序的坍缩。

最后,在量子力学中海森堡测不准原理就相当于在神经元系统中的图式与在相互作用或连接于系统中的图式之间缺乏同时确定能力。这也是意识的一个重要性质,我们一次只能意识一个事物。

归纳起来,完全可以在神经元集群的层面上来援用量子机制的方法对意识进行建模,剩下的问题就是如何将这种方法落实到实现的层面。由于意识包含着自指性,因此不可能完全采用计算的手段来完成这样复杂的任务,除非采用我们提出的“自然机制+算法”的思想^[22]。也就是说,对于可以归约到计算层面的问题,采用算法来实现;而那些不能归约到计算层面的部分,则采用某种自然机制实现。对于意识而言,对自然机制的最有意义的运用莫过于将量子物理机制引入到人工意识的研究之中。

目前初步形成的量子计算方法^[23,24]正是为这种“自然机制+算法”的思想指出了一种可行的道路。我们知道过去强人工智能的主要困境是无法应对语言和意识中不合逻辑的自指性结构,因为意识是一种自明的能力,归根结底是不可能归结为某个逻辑形式系统的推导及其结论^[24]。而利用量子纠缠性特点正好可以应对这种不合逻辑性,以复杂性对付复杂性。有证据表明^[19],大脑就是一台天然的量子计算机,非局域性的意识过程与量子行为的非局域性一拍即合。因此心脑的一种计算描述可以通过量子物理过程将意识与表达内容相连接^[17]。

很明显,人类意识正是大自然孕育的结果,因此退一步讲,这种自然的人工意识观如果走向极端,就是大自然纯自然的途径。不过,那样的话,就需要有几十万年以上的进化时间,因此真正的人工意识的自然观一定或多或少要强调自然机制与算法相结合的途径,否则就不再与“人工”有关了。

六、结 论

当我们把经典的“计算”概念(丘奇-图灵论题意义上的)拓广到“自然机制+算法”的新内涵之上,就必然给人工意识研究前景带来一片广阔的新天地。可以预计,随着这种介乎于自然意识与人工意识之间的第三条道路的开辟,人工意识的研究一定会展现新的繁荣景象。我们对未来计算机界定也一定会更宽广。

但这里我们必须要注意,如果说思想的意识活动在实质上只不过是身体与环境相互作用的模拟,那么通过计算机(包括量子计算机)来进行意识建模,只不过是対这种模拟进行模拟(元模拟)。从这个意义上讲,计算机模拟意识是可以的,但即使模拟成功也并不等于说计算机就拥有了意识。这就有点像计算机模拟气候,人们绝不会认为计算机系统里存在气候一样。在目前我们所看到的有关人工意识的研究都应该作如是观。

注释与参考文献:

[1] Crick F. The Astonishing Hypothesis—The Scientific Search for the Soul. New York: Charles Scriber's Sons, 1994, 汪云九等译. 惊人的假说. 湖南科学技术出版社, 1999

[2] Crick F, Koch C. Towards a Neurobiological Theory of Consciousness. Seminars in the Neuroscience, 1990, 2: 263~275

[3] Crick F, Koch C. Are we Aware of Neural Activity in Primary Visual Cortex? Nature, 1995, 375: 121~123

[4] Tononi G, Edelman G M. Consciousness and Complexity. Science, 1998, 282: 1846~1851

[5] Logothetis N K, Schell J D. Neuronal Correlate of Subjective Visual Perception, Science, 1989, 245: 761~763

[6] Logothetis N K. Vision: A Window on Consciousness. Sci Am, 1999 Nov: 68~95

[7] Crick F, Koch C. Rivalry and Consciousness. Nature, 1996, 379: 485~486

[8] Edelman G M. Neural Darwinism. New York: Basic Book, 1987

[9] Edelman G M. The Remembered Present: A Biological Theory of Consciousness. New York: Basic Book, 1989

[10] Taylor J G. A Global Gating Model of Attention and Consciousness. In: Oaksford M, Brown G. Neurodynamics and Psychology. New York: Academic Press, 1993

[11] Taylor J G. A Global Competition for Consciousness? Neurocomputing, 1996, 11: 271~296

- [12] Taylor J G, Freeman W. 1997 Special Issue: Neural Network for Consciousness. *Neural Networks*, 1997, 10: 1207~1226
- [13] Baars B J, Newman J B. A Neural Attentional Modal for Access to Consciousness: A Global Workspace Perspective, *Concepts in Neuroscience*, 1993, 4: 255~290
- [14] Aleksander I. *Impossible Minds: My Neurons, My Consciousness*. London: Imperial College Press, 1996
- [15] Taylor J G. Neural Networks for Consciousness. In: Shun - ichi Amari, Niikala kasabov, ed. *Brain - like Computer and Intelligent Information System*. Springer-verlag, Singapore, 1998
- [16] Radouan M. Computation and Understanding. In: Gains M, et al, ed. *Mind Versus Computer*. IOS Press, 1997, 211~223
- [17] Schweizer P. Computation and the Science of Mind. In: Gains M, et al, ed. *Mind Versus Computer*. IOS Press, 1997, 195~201
- [18] Amoroso R L. Engineering a Conscious Computer. In: Toffoli T, Biafore M, Leao J, ed. *Proceedings of the 4th Workshop on Physics and Computation*. Boston: N. E Complex System Institute, 1996
- [19] Amoroso R L. The The oretical Foundations for Engineering a Conscious Quantum Computer. In: Gauss M et al, ed. *Mind Versus Computer*. IOS Press, 1997, 141~155
- [20] Jibu M, Yasue K. *Quantum Brain Dynamics and Consciousness*. John Benjamins, Amsterdam/Philadelphia, 1995
- [21] Perus M. Mind: Neural Computing Plus Quantum Consciousness. In: Gains M, et al, ed. *Mind Versus Computer*. IOS Press, 1997, 156~170
- [22] 周昌乐. 对量子计算新范式的哲学透视. *自然辩证法通讯*, 2002(10)
- [23] Pittenger A O. *An Introduction to Quantun Computing Algorithms*. Boston: Birkhauser, 2000
- [24] Benioff P. Models of Quantum Turing Machine. *Fortschr. Phys.*, 1998, 46, 4~6, 423~441
- [25] Taylor J G. Towards the Networks of Brain from Brain Imaging to Consciousness. *Neural Network* 1999, 12: 943~961

第四篇

技术哲学与科技伦理学

(3) 人工性 虚拟现实是一种人造技术系统;

(4) 沉浸性 虚拟现实从感性层面展开的模拟能够使人们产生浸没于虚拟世界的参与感,虚拟现实意味着在一个虚拟环境中的感官沉浸;

(5) 遥在(telepresence) 虚拟现实能够使人实时地以远程的方式介入特定的场景,即“虚拟出场”,不仅能够在现场之外实时地感知现场,而且能够有效地进行某种操作;

(6) 全身沉浸 摄像机和监视器实时地跟踪人的身体,将人体的运动输入到计算机中,人的影像被投影到计算机界面上,这使得人通过观察他的投影的位置,直接与计算机中的图形物体(图片、文本等)发生交互作用;

(7) 网络通信 虚拟现实可以通过网络实现共享,使用者通过自行规定并塑造虚拟世界中的物体和活动,可以不用文字或真实世界的指称来共享幻想的事物和事件。

上述7个方面,从不同的角度刻画了虚拟现实“传达真实感”和“交互性”两方面基本内涵。同时也表明,从技术人造物的角度来看,虚拟现实是一种新的人造物,但它与常规的人工合成物有所不同。

一方面,虚拟现实是一种以符号为基础的人工实在。虚拟现实是对影像、声音等加以模拟而生成人造物,但是它与传统的照相机、录像机和摄像机的不同在于,它不是通过单纯物理过程直接地记录下光线和声音,然后加以再现,而是用数字、用抽象的数学形式、用模型,简言之,用符号来制作图像和声音。这种再现可以称为数字化再现。“这就是说,一种声音或光线,均可以变成基本的数码系统,不仅可以储藏,而且可以输送,还可以随时复制,最后还可以发明和改造。如此一来,声音和视像、思想和行动,全部都数字化了。”^[9]然而,虚拟现实却不仅仅是再现原型,而且会反作用于原型,与原型形成互动,并在此过程中改变原型。

另一方面,使用者的参与是虚拟现实得以建构的前提。虚拟现实是使用者可以进入的空间和场所,没有使用者的感知和想像,虚拟现实是无法建构的。虚拟现实是主客观相互作用而形成的,是设计者、使用者、仿真技术、虚拟现实的表征物及其文化意涵等要素共同建构的结果。

二、虚拟现实技术与虚拟实践

对虚拟现实技术的哲学分析,必然涉及到对“身-心”关系问题的重新认识。

近代西方唯理论大师笛卡儿将感性的身体与理性的心灵进行了严格的区分,并以身心二元论作为科学的基础。在笛卡儿看来,身体的知觉是不可靠的,惟有理性的心灵才能揭示世界的本质。笛卡儿对“身-心”关系的界定,勾画了一个脱离身体(肉体)而以心灵(精神)存在的主体图像。这种“心灵-主体”的思想奠定了近代哲学的基本范式,也塑造了近代科学与近代文化的基本精神。但这种思想自 19 世纪,特别是 20 世纪以来受到了人们的不断质疑。其中,法国存在主义哲学家梅洛-庞蒂(Maurice Merleau-Ponty, 1908—1961)明确提出的“身体-主体”(body-subject)概念,是对这种质疑的一种体现。

笛卡儿之所以勾画一个脱离身体(肉体)而以心灵(精神)存在的主体图像,原因在于他没有充分认识到通过身体体验而获得的“隐会知识”的重要性。事实上,隐会知识(tacit knowledge,在国内学术界也被译为“隐性知识”、“默许知识”或“难言知识”)在人类实践中具有重要意义,而体验在获得隐会知识过程中具有重要作用。

中国古代哲学家庄子(约公元前 369—公元前 286)和现代西方哲学家 M. 波兰尼等都曾对隐会知识作过详尽地分析。庄子称之为“不知之知”,波兰尼称之为“隐会知识”。在他们看来,这种隐会知识比能够明确表达的言传知识居于更基础的地位。“不知而后知”^[10],“不依靠不能言传的理解我们就什么也说不出来”^[11]。不但我们知道的东西要多于我们所能诉说的东西,而且“知之所知寡而身之所有者众”^[12]。所以隐会知识比言传知识更基本。可以说,人类的大部分技巧和专门能力都是这类难以言说的知识,“甚至在现代工业中,难以描述的知识仍然是技术的一个重要部分”^[13]。那么,如何才能获得这种隐会知识呢?必须依靠个人的内在感悟。“通过了解同样活动的全过程,我们才能了解另一个人的内

心东西。一个想掌握师傅技巧的新手总是力图把师傅在实践上的综合技巧作为样板从内心上纳入自己的活动。通过这样的内心探索,新手就得到了师傅的技巧感。棋手通过重复师傅的棋而进入师傅的思想境地。”^[14]显然,获得这种隐会知识的过程,只能是一个身体和心灵亲自经历的、“可传而不可受,可得而不可见”的个人化的体验过程。由此也决定了隐会知识必然地是个体的知识和体验的知识。

认识到通过体验获得的“隐会知识”的重要意义,可以帮助我们充分理解虚拟现实技术系统的出现,以及由此对虚拟现实“人工实在”内在规定性的澄明,给笛卡儿设定的身体与心灵的关系提出前所未有的直接挑战。

正如博尔特(J. D. Bolter)所指出,虚拟现实所表明的正是一种反笛卡儿身心二元论的立场:“依照笛卡儿的观点,由影像是不能获得真知的,故通过虚拟现实的头盔上的目镜也无法获得真知。然而,虚拟现实用事实推翻了笛卡儿的这个观点。通过使用者在影像中的漫步,所有抽象的东西都变成了一系列具体的可视物……虚拟现实的目的不是寻求理性的确定性,而是使个体获得随影像变换而移情的能力。”^[15]

显然,在虚拟现实中,身体与心灵的界限不是清晰的,而是模糊的,身体与心灵之间的关系更主要的不是分离,而是融合与互动。而这种互动使得自笛卡儿以来始终占据主导地位的主体-客体严格两分的关系得到消解。这也同样使得精神与物质、影像与实在这样的本体论问题变得尖锐起来。在虚拟现实中,“虚拟”与“现实”以非常规的方式结合在一起。不但人创造并改变着虚拟环境,而且虚拟世界也深刻影响着人们获得客观世界信息以及重构客观世界模式的方式。虚拟现实虽然是虚拟的,但它给予人们的体验却是实实在在的。

虚拟现实技术对主体-客体两分的“心灵-主体”认识论观念的解构具有重要的认识论意义。正如克鲁格(M. W. Krueger)在为迈克尔·海姆的《虚拟现实的形而上学》一书写的序言中所谈到的:

“虚拟现实在以一种更加基本的方式改变着我们与信息的关系。它是第一种让人主动利用身体来搜寻知识的智能技术。这是否意味着

这种特征突出地反映在虚拟现实技术由“交互”、“构想”而引导的“创造”上。

1965年,I. 萨瑟兰(I. Sutherland)发表了如何把计算机显示屏作为“一个观看虚拟世界的窗口”的具体设想。这篇论文被公认为是研究虚拟现实系统的开端。但今天看来,虚拟现实技术要解决的问题远比仅仅开发一个显示设备要复杂得多,因为它需要考虑虚拟环境系统的所有主动和被动的部分。具体地说,虚拟现实系统作为一个封闭的回路系统,虚拟环境生成系统将生成的用以仿真现实环境的图像、音响、压力等通过人机接口系统作用到用户的感官,并实时通过传感器测试与跟踪用户的行动和反应,以便实时调整生成的信息序列,用户则通过交互方式可以实际感知和响应虚拟环境。如果说在数字化的单维信息空间中,人与计算机通过键盘、二维鼠标和显示屏等发生联系,人类以往的经验仅仅以数字化形式存储在数据库内,人只是单纯地从计算机系统的外部去观察计算处理的结果。那么,在适人化的多维信息空间中,人不是作为外在物而与虚拟现实系统相对立,相反,人作为该系统的一个环节而存在。在接受虚拟系统提供的各种感官信息的同时,人基于过去的经验、现时的体验以及虚拟系统的输出,经过判断和决策而对系统进行操纵和控制,由此改变着参与者仅仅作为单纯的接受者的被动状态。

虚拟现实系统中参与者与虚拟环境之间的交互作用,使得虚拟现实技术中的人机关系具有了新的涵义。在计算机发明以来的传统信息处理环境中,计算机始终居于主导地位。例如在传统的仿真和建模环境中,虽然主观上强调要发挥人的主动作用,但由于客观上计算机只能处理数字化信息,所以人不得不迎合计算机所能提供的技术条件。但在虚拟现实环境中,一系列技术“瓶颈”不断被克服,不但使计算机能够适应人所惯用的信息获取方式和思维过程,而且还提供了三维空间传感器、数据手套、头盔式显示器等新的人机接口。尽管目前的技术进步距离人们的目标还有很大差距,但初步结果仍是令人鼓舞的。这种结果表明,虚拟现实技术的发展将会创造一个更加和谐的人机关系,即从

术不仅是一种工具或一种程序,而且还是一种技术制度。换言之,工业社会中的技术发明是服从工业生产标准化、批量化、专业化和集权化的制度法则的。与这种制度法则相匹配,技术往往表现为对人的自由和个性的扼杀,成为统治人的力量。同这种状况相比较,适人化的多维信息空间中的虚拟现实技术与网络技术等一起,开始向人们展示一种新的技术制度出现的可能性。

以上分析表明,虚拟现实技术不但可以提供一种个性化的生产工具,而且有助于滋生一种个性化的工作制度。这将为人们摆脱单一生产模式下的个性丧失提供可能。可以说,继网络技术之后,虚拟现实技术将进一步促进计算机这一技术成果的人性化。换言之,虚拟现实环境中的个人将具有计算机技术发展以来未曾有过的主动性,作为参与者个体的追求和理想也会因为虚拟现实技术的进步而得到更好的张扬。

同时,虚拟现实技术对于远距离通信概念的扩展,也会极大地促进不同社会成员之间的全面交往。如果根据哈贝马斯的观点,技术异化的根源在于以工具合理性为特征的劳动过度发达吞没了主体间的合理的交往行为,由此导致人的全面物化并屈从于技术社会的统治。那么,在虚拟现实技术和其他的先进技术所支持的新的工作方式中,是不是有条件改变工具合理性与交往合理性之间的对立呢?是不是能够使人的主体性得以确立并在一定程度上摆脱人的异化状态呢?在虚拟现实技术尚处在萌芽阶段的今天,我们无法全面而准确地回答这一问题,但有理由认为,这种可能性是存在的。

注释与参考文献:

[1] 曾国屏,李正风,段伟文等人. 赛博空间的哲学探索. 北京:清华大学出版社,2002,77~84

[2] 曾国屏,李正风. 虚拟现实技术的价值. 1998 年中美高科技发展中的人文因素学术研讨(北京). 见:陈筠泉,殷登祥主编. 新科技革命与社会发展. 北京:科学出版社,2000,208~217

费多托夫博士基于多年的科学研究和哲学思考,在妻子维拉·谢苗诺夫娜·沃洛年科(Вера Семеновна Вороненко)和两个儿子彼得和弗拉基米尔的帮助下,于1997年创建全球学。1997年,费多托夫完成了全球学的第一部著作——《全球学导论——关于当今世界的科学概述》^[2]。1999年该书再版^[3]。在此基础上,费多托夫于2000年出版了全球学教科书《全球学——关于当今世界的科学原理》^[4],2002年7月再版(见参考文献[1])。

(二) 什么是全球学

全球学,俄文为 Глобалистика,它与通常所讲的“全球化”(Глобализация)和“全球性问题”(Глобальные проблемы)不同。“全球化”概念强调世界经济发展的趋势,而“全球学是建立在数学基础上的一门科学。”(见参考文献[2])它从生态学、社会学、经济学、人口学和哲学等各个方面研究全球性问题。

根据本文作者的初步理解,可以给全球学定义为:全球学是以马克思的社会经济学和哲学学说以及维尔纳茨基(Вернадский)的生物圈和智力圈学说为基础,在地球生态、社会和经济三个统一、相关的范围内,以量化形式研究人类发展的最普遍规律,研究在人类改造地球的前提下管理人类自身的量化模式以及组织、管理世界的科学方法的一门新兴学科。

费多托夫把1972年米都斯等人所做的《增长的极限》和1990年戈尔什科维的著作《生物圈的动力系统和环境状态的稳定性》^[5]作为全球学的科学理论基石。

(三) 全球学的概念体系

费多托夫认为,全球学是具有完整概念体系的一门科学学科。它的概念体系包括6条公理及一系列概念和术语。由于本文作者刚刚接触全球学,还有待深入学习,因此只作简要介绍。

6条公理是:

(1) 人类有最崇高目的。在地球的现有条件和星际自然条件下,人类完全有可能建立一个新的、可控制的、在精神和科学上有组织的地球文明。

(2) 地球有人类学极限。目前全球学预测出人类负荷功率极限值:陆地上约为每平方公里 70kW ;全球共有约 $8.5 \times 10^{12} \text{W}$ 。全球学的重要任务是准确测定地球的人类学极限。

(3) 宇宙文明的死亡。任何自然的、无控发展的宇宙文明都会由于无意义的内部争斗而浪费自己的资源,走向自己星球的极限并毁灭于自己发展的早期阶段。

(4) 使经济以及其他增长保持停顿。由于地球存在人类学极限,因此需要使经济、动力和人口的增长保持停顿,由无极限的、人类道德精神的和谐发展取而代之。

(5) 在趋于灭亡的世界中可以建立单独的社会经济系统。

(6) 向更完善的生态-社会-经济系统转变,从而实现第一公理:达到人类最崇高的目的。

全球学的主要基本概念和术语:

地球智力圈前文明(Земная доноосферная цивилизация):即通常意义的“地球文明”。指生物圈经过长期自组织进化后,自然形成的人类各民族的文化、宗教、社会经济系统、技术。这种文明发展的结局是趋于地球的人类学极限并注定要毁灭。

地球智力圈文明(Земная ноосферная цивилизация):即一种新型的、可管理的、在科学和意识形态上有组织的地球文明。

可管理的世界模式(Модель управляемого мира):见图1与图2。



图1 可管理的世界模式



图2 不可管理的世界模式

《增长的极限》为代表的对全球性问题的一系列探讨,可以清晰地发现人类对地球文明的哲学思考逐渐步入进行定量整体研究的阶段。这不仅是科学发展的时代性要求,而且也是人类文明发展的必然趋势。同时,随着科学研究方法和技术手段的不断完善,人类对地球文明进行定量整体研究已经成为现实的可能。因此,就历史背景而言,全球学的产生并不是偶然现象,而是一种科学发展的必然结果。

再次,全球学必将引发人类对地球文明的更深刻的反思。全球学是一门新兴的学科,仍有许多问题尚待解答。例如:全球学与其他对全球性问题的研究有何种关联?它的量化系统是否可靠?它的实践价值是否能得以实现?等等。但是,从全球学为人类提供了新的发展出路这一角度来看,完全可以预料:全球学将很快引起全世界政治家和学者的关注。

有下列事实为证:

(1) 全球学作为一门学科,引起了俄罗斯政府的重视。俄罗斯联邦国家杜马生态学委员会不仅表示了明确的支持态度,而且拨专款赞助费多托夫出版专著。

(2) 全球学引起了俄罗斯学者们的关注。目前,俄罗斯科学院哲学学会在哲学所每月召开一次“全球学的哲学和方法论研究”讨论会。在《俄罗斯科学院通报(哲学学会)》上开辟了“全球学”专栏,刊登“全球学”研究新进展。

(3) 全球学正逐步进入俄罗斯的高校教育体系。莫斯科果利亚奇金国立农业技术大学(Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина)能源系在1999—2000和2000—2001两个学年中开设了“全球学”课(每学年32学时),深受欢迎。2002年2月,在莫斯科大学哲学系系庆联欢会上,带到会上的200本《全球学——关于当今世界的科学原理》一日之内被抢购一空。

这些情况表明:中国学者有必要密切关注全球学的研究进展,为进一步参与有关研究做准备。

在中国开展对全球学的研究已经具备一定的条件。(1)我国以往

自然辩证法研究和教学工作与全球学的指导思想基本吻合。(2)我国的科学技术哲学研究正处于在研究课题和研究方法上创新突破的关键阶段,全球学为我们提供了新的研究方向。(3)我们已经与费多托夫建立了直接联系,可以获得第一手资料和最新研究进展。这都是我们的优势所在。目前的“瓶颈”在于资料全部是俄文的,原始资料的翻译需要时间和资金。如果本文能起到抛砖引玉的作用,则作者将不付费多托夫对中国学者们所给予的厚望。

注释与参考文献:

[1] А. П. Федотов. Глобалистика — начала науки о современном мире. М.: Аспект пресс, 2002

[2] А. П. Федотов, Введение в глобалистику. Наброски науки о современном мире. М.: СИМС и СЛОВО, 1997

[3] А. П. Федотов, Введение в глобалистику. Наброски науки о современном мире. М.: СИМС и СЛОВО, 2-е изд., 1999

[4] А. П. Федотов. Глобалистика — начала науки о современном мире. М.: Аспект пресс, 2000

[5] В. Горшков. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды. М., 1999

技术发展中的“断裂”与“绵延” ——“断裂认识论”的启示与局限

张成岗

(清华大学科学技术与社会研究中心, 北京:100084)

一、阿尔都塞的“断裂认识论”

结构主义之前,伯格森因其在“生命哲学”上的独到见解,而在理论界占有一席之地。伯格森强调“时间的绵延性”,认为生命是一个不间断的“绵延之流”。这种观念常被借用到认识论中,以强调认识直线的平滑位移。然而,时至今日,“非连续性”越来越受到思想史学家的关注。著名的后现代大师福柯就是这样一位思想家,在其《知识考古学》一书中,他认为,过去的思想家面对一种观念、一个思想家,总是试图去做一种“同心圆的描述”,即在一个线性逻辑中讲述一个有始有终的连续同质的变化总体。他指出,这是假象,因为思想发展中最真的东西,恰恰是话语的断裂。^[1]作为现代认识论创始人之一,很有哲学理论素养的法国籍科学家巴什拉尔,反对伯格森的“绵延说”,认为“时间不在流失,时间在爆裂”。1927年,巴什拉尔在科学认识中首创性地使用了“断裂”一词。他认为,在科学研究中从来不存在简单进化的逻辑,因此不能掩盖在科学发展中真实的决裂和突然的变化,他强调,“认识断裂”是科学发展中最重要的规律。

法籍阿尔巴尼亚人阿尔都塞,是20世纪60年代和70年代法国研究马克思主义的一位著名哲学家。曾师从巴什拉尔,就读于国立高等师范学校攻读哲学,先后发表了《孟德斯鸠:政治和历史》、《保卫马克思》、《读〈资本论〉》、《答雅恩·莱维》等著作,在法国理论界享有较高声

望。阿尔都塞进一步发展了巴什拉尔的“断裂”认识论,他使用雅克·马丁的“问题式”,借用巴什拉尔的“断裂”、倡导“症候阅读法”,在谬误和真理相对立的理性主义舞台上使用“科学”与“意识形态”,在认识论的发展中注入了一种新鲜的模式。

阿尔都塞深得“断裂”说之真传,并在其著作中借用“断裂”一词来架构自己的理论,他指出:“我们有权肯定‘认识论断裂’,这个哲学范畴,并用它来说明新科学的诞生是个历史事实和理论事实。”^[2]

在“绵延”还是“断裂”上,阿尔都塞多次表明其理论立场之坚定,不会在“断裂说”上做出让步:“‘断裂’并不是一种幻觉,也并不如雅克·莱维所说的那样是‘凭空捏造’。在这个问题上,很遗憾,我是寸步不让的。”^[3]阿尔都塞认为,暂时性才是文化形态的构成和发展过程的本质,真正的历史不能在只需分阶段和切割的线性时代的意识形态的连续性中阅读出来,相反它具有自己固有的、极为复杂的暂时性。他认为,我们现在开始把认识的历史理解为具有彻底的非连续性的历史,这些彻底的非连续性和深刻的变化,虽然承认各认识领域存在的连续性,但是也坚持,在这些认识领域断裂的时候将会开创出新的逻辑,这些新逻辑不是旧逻辑的简单发展,而是真正取代了旧逻辑的位置。

在认识发展过程中,阿尔都塞认为,新的概念体系与旧的概念体系在“履行职能的方式上”完全不同,即二者不具有同质性。因为这里已经发生了一次“场地变换”,“新概念将在‘新场地’上经过长时间的酝酿,奠定一种科学理论的基础……这一发展不可抗拒地使新概念演变成为一门科学,一种不同寻常的革命的科学的”。^[4]显然,阿尔都塞认为,从旧的科学到新的科学的发展是一种“断裂”。

阿尔都塞认为,科学认识的产生也是一种“断裂”。在他看来,一切科学都有一个开端,科学总是从它的史前时期(正如库恩所讲的“前科学时期”)“脱胎”而出,“原子、生物和人都是这样诞生的”。科学从史前期脱胎而出,与“意识形态的”东西完全“决裂”,将史前期的全部或者部分抛弃,并称之为“谬误”,当然,阿尔都塞也意识到,在最初,科学的判断有时不能做到“细致入微”,甚至也不是“完全正确的”,但这并不要

紧。“已被公认的科学总是,已经从它的史前时期脱胎而来,并且把史前时期作为谬误而摒弃的同时,继续不断地从史前时期脱胎而出(史前时期始终作为科学的它物而与科学同时存在),这种脱胎方式就是巴什拉尔所说的‘认识论断裂’”。^[5]

为了真正实现认识中的断裂,阿尔都塞借用了雅克·马丁的概念“问题式(problems)”^[6]“以指出理论形态的特殊同一性以及这种特殊差异性的位置”。

在人类文化史上的某一天,也许我们不得不去发现和领会最简单的生存行为如看、听、说、读的深刻含义。阿尔都塞就是在论述阅读方法中提出“问题式”这一概念的。他认为存在两种阅读方式(1)“无辜”阅读:正如进行毫无偏见的科学观察一样,“无辜阅读”是在没有任何理论背景的情形下进行的阅读,“看”到的是文本作者“看”到的东西,他认为,从来就不存在这样的阅读;(2)“有罪”阅读:正如观察渗透理论一样,“有罪”阅读在一定的知识结构的指引下进行阅读,读出沉默、读出空白,“看”到文本作者没有“看”到的东西。阿尔都塞把第二种阅读称为“症候阅读法”,即“在同一运动中,把所读的文章本身中被掩盖的东西揭示出来并且使之与另一篇文章发生联系,而这第二篇文章作为必然的不出现存在于前一篇文章中”。^[7]阿尔都塞认为,决定可见视域的东西就是“问题式”,在一定的“问题式”中只能读到一定的东西,一定的“问题式”规定了一定的理论视界,它会排斥界外之物。“问题式领域把看不见的东西规定并结构化为某种被排除的东西,即从可见领域被排除的东西,而作为被排除的东西,它总是由问题式所固有的存在和结构所决定的”。^[8]阿尔都塞认为,“问题式在内部确定各种问题的意义和形式,确定着这些问题的答案。因此,一般来说,问题式不是一目了然的,它隐藏在思想的深处,在思想的深处起作用,往往需要不顾思想的否认和反抗,才能把问题式从思想深处挖掘出来”。^[9]可以看出,在功能上,“问题式”与库恩的“范式”非常一致,在一定“范式”指引下的科学共同体,也是在“范式”确定的方向上工作,他们不会超出“范式”确定的边界之外去思考问题,对他们来讲,边界之外,是空白,是黑暗。

阿尔都塞认为,科学的生命不在于它所知道的东西而在于它所不知道的东西。科学要发展必须捕捉到这种不知道的东西,并在严格的意义上,把它提出来,一门科学在充分“论证”的外表下往往包含着自身的弱点,“我们要在表面充实的科学中,悉心倾听到它‘空洞的声音’”。而这往往需要“场所变换”,需要改变“问题式”。

阿尔都塞认为,任何一门科学的理论就其本质来说都是一个“问题式”,是在历史上的某一既定时刻,该门科学向自己提出某一问题的理论胚胎,它决定了这一科学的界限,即:对何种对象提出问题?会以什么样的方式得出回答?等等。总之是“提出有关理论对象的全部问题的理论的、系统的母胚”。^[10]例如,在拉瓦锡之前,“燃素说的问题式”就是决定了当时化学中整个问题的提法,从而决定了所有相应答案的理论母胚。

阿尔都塞认为,“变换场所”、“改变问题的术语”、“问题式的变异”、“正立过来”等术语都表达了同一个意思,即:基本理论结构本身的变化,理论母胚的转换,由此,会向新的对象提出问题,会向旧对象提出新问题,对问题的解答方式也会发生变化,由此一切问题就用新理论的术语并在新理论的领域中出现。“问题式转换”是旧的科学理论基础的颠倒,同时又是新的科学理论基础的树立,具有革命意义,这与库恩通过“范式转换”的“科学革命”很相似。当然,阿尔都塞也认识到了旧问题式顽固的抵抗力,例如,老普里斯特里“至死坚持燃素,而不想对氧气有所了解”,就是因为他坚持现有的思想体系,不愿意与之决裂,不愿意接受新的问题式,但是历史与真理最终会将他们抛弃。

同样,20世纪60年代,在科学哲学的发展中,一个标志性文本即库恩《科学革命的结构》的出版,也消解了科学哲学家的静态的、绵延的科学发展观,“断裂说”已经逐渐为科学哲学家所认可。本文试图将断裂认识论应用到对技术史的研究中去。用历史主义的方法、以断裂的观点来观照技术发展,我们可以看到:从原始技术到现代技术的发展是一次断裂,原始技术范式与现代技术范式有着本质上的差异,现代技术的本质特征预示了当代技术问题的彰显,现代技术发展已经出现了生态学的转向。值得特别指出的是,尽管在技术发展中存在断裂,通过技

术史的考察我们仍能发现技术发展中的“绵延”，因此，我们必须反对技术史上的“天才论”，这也正是我们对阿尔都塞“断裂认识论”的超越之处。因为阿尔都塞相信科学与意识形态之间完全的断裂，认为“泰勒斯、伽利略等分别是数学科学大陆、物理科学大陆的发现者”，强调科学天才的作用而否定人民群众对科学技术的贡献。

二、技术发展中的断裂：从“原始技术范式” 到“现代技术范式”

翻开摆在书架上的一本本技术史专著，我们读到的基本上就是：在人类文明史上的某一时期，在某个地理区域，由于某种原因发明了某种技术、某一技术的具体操作流程以及这一技术的社会意义等等，似乎原始人应用的火器、弓箭技术与瓦特的蒸汽机技术是同一平台上的技术，好像古人传送信息的信鸽技术与当代人的互联网技术也是一样的。^[11]这种认识属于直观的线性认识论，它没有看到，从前现代技术（原始技术）到现代技术的发展实际上经历了一次大的断裂，如果放在断裂认识论的认识框架中，这种断裂就很容易被“阅读”出来。

实际上，技术哲学家埃吕尔就反对把“技术”看作一个非历史的概念。他认为，如果我们不加区别地去谈论任何时代的技术，觉得似乎任何时代作为技术本质的东西没有发生改变，“是极端错误和危险的”。因为，这种认识不能使人看清现代技术和社会的真实情形，不能使人看清现代社会和过去社会相比发生了实质性变化。

“为了使现代技术的明显特点尽可能地一目了然”^[12]，舒尔曼曾经对现代技术与原始技术（又称古典技术）进行比较，他指出：“原始技术与现代技术在环境、材料、能源、技巧、工具等方面都有差异”。^[13]他认为，舒尔曼对原始技术与现代技术异质性的论述表明舒尔曼已敏锐地觉察到从原始技术到现代技术进化中的断裂。对技术史的考察告诉我们：技术进化经历了从原始技术范式到现代技术范式的转换，现代技术问题的凸显已经使人类开始为技术的未来发展圈定生态学的框架。

性进行的。

总之,我认为可以用3个决定性特征来表征前现代技术范式,即:(1)前现代技术条件下的人类把自然看作充满神性的自然,人类与自然保持朴素的和谐关系;(2)与前现代技术相连的生产方式是农业生产方式,这种生产方式基本上是培育自然物的生产方式,而不是大量制造人工物的生产方式;(3)原始技术对文化的建构功能并不占主导地位,技术文化被置于多元子文化共在的文化系统当中,文化结构基本处于平衡状态。

(二) 现代技术范式

近代欧洲以思想启蒙为宗旨的文艺复兴运动及随之而来的自然科学革命和技术革命是人类文化史上极为重大的事件。它导致了人类文化领域的深刻变革。迄今为止,人类历史上还没有任何文化变革能够与之相比。现代技术文化不是由对自然的直观思辨认识和运用原始技术直接加工自然物获得的零星人工制品等构成的简单文化因素,而是由器物层次、制度层次、行为层次和价值观层次所构成的完整的社会亚文化系统。^[15]

相应地,从18世纪开始,技术的存在方式发生了根本的变化。或者是“技术范式”发生了转换,在现代技术中我们“阅读”到了完全不同的特性。现代技术特性主要表现为:

1. 基础性 技术的发展不再受什么限制,它可以无障碍地传播于世界的每一个角落,进入人类活动的每一个领域,其发展速度不但超乎一般公众的想像力,也超乎技术专家的预料。现代技术在人类社会中所处的位置已不再是十分薄弱或可有可无的。现代技术作为人类高度自觉地认识与改造自然的活动,已广泛地渗透到经济、社会、政治、外交、军事、教育、艺术等领域中,成为人类其他社会活动日益重要的基础,并在一定程度上决定着人类社会诸领域发展进化的方向。

2. 系统性 现代技术也已经在事实上组成了一个独立的有自己内在结构和功能的系统,个别的技术作为有机组成部分包含在技术系

统当中。正如埃吕尔所说:“我选择‘系统’一词描述当今社会的技术,确实不是因为这个词时髦,而是因为我感觉它适用于技术。”^[16]

3. 自反性 正如哈瑞·雷德纳(Harry Redner)所指出的,“人类已经设计出一种系统地统治、控制和处置所有事情的方法,这种方法在刚开始时是指向自然的,但是他们发现现在这种方法也转向自身……”。^[17]技术系统地建构、产生并且使之变得无懈可击的总体正是技术自身的总体——作为一种严密系统的技术,在其内部不能容许任何异类,并且狂热地吞咽和同化在其牧场上的所有东西。技术是唯独真正不能分割的(in-dividual)总体。它的主权只能是不可分割的并且是毫无例外不能分割的。基本上可以确定,人类也不能被排除在外。英国社会学教授鲍曼也指出:“像任何其他的东西一样,现代人类也是技术的对象。像任何其他东西一样,他们已经被分解(分成碎片)并且以新奇的方式被组合(作为排列或者仅仅作为碎片的集合)。并且这也不是技术一次性的成果:分割和重新组装,不断地继续着并早已成为自我推进的了,因为(技术的后果)只能是对碎片另一种重新组装的综合,只能是对新的、改进的分析不断地邀请(事实上,一种全能的压制)。”^[18]

4. 全球性 由于现代技术活动的对象、方法、评价标准、价值观念和行为规范的一致性及其高度理性化,使现代技术突破了民族、国家、宗教、地区和文化传统的束缚,成为全人类共同创造、共同接受、共同享用、共同发展的具有普适性的技术。科技文化作为中介,还起到沟通不同民族和地区传统文化的作用。

5. 创新性或革命性 正如恩格斯所说,自然科学本身就是彻底革命的。无论作为思维创造物的科学概念、定律和理论,还是作为人类改造、控制自然的现代技术乃至技术体系,都不具有永恒的、绝对的意义。现代技术系统向着“更多、更快、更大”的价值系统开放,现代人一般都能批判地对待一切既成的科技成果,不断地根据社会主体的需要和客观世界的尺度去改变其已有的结构和规范,使现代技术成为不断创新的开放体系。

同原始技术相对照,现代技术也具有 3 个决定性特征,这 3 个决定

性特征为当代技术问题的彰显提供了逻辑前提,这3个特征就是:(1)以征服自然、控制自然的工具面目出现,从此,人类开始了对自然的大规模杀戮;(2)与工业生产方式结合,这种生产方式是一种大量制作人工物的生产方式,从此一个日益庞大的技术圈开始出现并扩展;(3)对文化的强建构作用,从此科学-技术文化开始在文化系统中逐渐占主导地位,文化系统的结构平衡被打破。

以阿尔都塞的“断裂认识论”观照技术发展史,我们确实读出了从原始技术到现代技术的“断裂”,当然应当注意的是,我们所讲的“断裂”主要指:在原始技术和现代技术背后隐藏的思想文化观念的断裂,指的是两种技术活动的内在特性与其对自然环境的影响和社会文化建构效应方面的断裂,而这对于技术之与自然、技术之与社会、技术之与文化来说确实至关重要。应当说,现代技术范式的一些核心特征决定了技术问题的彰显。面对日益严重的全球问题,当前的技术发展已经出现了生态学的转向,生态文明、生态技术已经得到了许多人文学者、技术专家的研究与重视。

三、技术发展中的“绵延”:反对天才论,超越断裂论

我们以“断裂观”为基点,读出了从原始技术到现代技术发展中的断裂,然而,从人造物进化的角度来说,我们并不否定从原始技术到现代技术发展的延续性。恰恰相反,在这一角度,我们反对在技术发展上的“天才论”。我们不认为,“技术的发展像是伊莱·惠特尼、托马斯·爱迪生、亨利·福特以及威尔伯·怀特和奥维尔·怀特这类少数英雄式天才劳作的结果”。^[19]我们认同技术史学家布鲁诺·雅科米的观点:“事实上,现代技术文明是工业革命前的几个世纪以来逐渐建立起来的,是广泛建立在轮子、旋转运动、飞轮的基础上的文明。19世纪的一切机械都从这里边汲取自己的源泉。”^[20]

技术发展上持“天才论”者认为,一些技术天才完全独立地发明了构成现代技术的这些奇特机器和设备,认为“精英人物丝毫没有借鉴过

的研究,史论结合,使人耳目一新

[12] 舒尔曼. 科技文明与人类未来——在哲学深层的挑战. 北京: 东方出版社, 1995, 9

[13] 舒尔曼. 科技文明与人类未来——在哲学深层的挑战. 北京: 东方出版社, 1995, 11~13

[14] 林德宏教授在其发表的一篇文章中, 将人类的生存状态分为自然生存、技术生存和艺术生存 3 种. 关于这 3 种生存, 他都做了详细论述. 详见林德宏. 从自然生存到技术生存. 科学技术与辩证法, 2001(4)

[15] 对此的详细论述可参见林德宏. 人与机器——高科技的本质与人文精神的复兴. 南京: 江苏教育出版社, 1999, 41~53

[16] Ellul. The Technology System. Continuum Publishing Corporation, 1980, 78

[17] 亨利·雷德尔 (Harry Redner). 开端的行为: 对浮士德道路的反思. 哥伦比亚大学出版社, 1982, 51. 雷德尔说道, “我们欧洲人怎样开始对力量空前的追求这个故事非常著名……. 所有自然的和人类的资源被置于我们的控制之下以转化成与我们至高无上的意愿相一致.” 然而, “这种行为释放的能量越多, 人类就越难控制它, 它就越与人无关地控制人”(p. p. 13, 15) 转引自 Zygmunt Bauman. Postmodern Ethics. Blackwell, 1993, 195

[18] Zygmunt Bauman. Postmodern Ethics. Blackwell, 1993, 195

[19] 乔治·巴萨拉. 技术发展简史. 上海: 复旦大学出版社, 2000, 28

[20] 布鲁诺·雅科米. 技术史. 北京: 北京大学出版社, 2000, 177

[21] 乔治·巴萨拉. 技术发展简史. 上海: 复旦大学出版社, 2000, 28

[22] 乔治·巴萨拉. 技术发展简史. 上海: 复旦大学出版社, 2000, 39

[23] 乔治·巴萨拉. 技术发展简史. 上海: 复旦大学出版社, 2000, 64

[24] 乔治·巴萨拉. 技术发展简史. 上海: 复旦大学出版社, 2000, 67

科学、民主与良知

卢 风

(清华大学哲学系, 北京: 100084)

早在“新文化运动”时期, 陈独秀就主张“科学与民主并重”, 呼吁国人拥戴“德莫克拉西 (Democracy) 和塞因斯 (Science) 两位先生”, 认为“只有这两位先生, 可以救治中国政治上、道德上、学术上、思想上一切的黑暗”^[1]。可惜的是, 这两位“先生”在“以阶级斗争为纲”的时代, 不但未受到拥戴, 而且备受压制。改革开放以来, 国人很快就认识到“塞先生”的巨大威力, 主流意识形态则把科技提高到“第一生产力”的高度, 于是科技被认为是推动历史进步的“第一推动力”。但面对核战争的潜在威胁和工业文明所导致的全球性环境危机, 又有人认为科技是一柄“双刃剑”, 这却伤了科学主义者的感情。

—

在科学主义者看来, 说技术和应用科学是“双刃剑”还讲得过去, 因为技术确实有负面效应, 例如, 原子能技术能造福于人类, 却又造成了核战争的威胁。但他们认为纯科学不是“双刃剑”, 意思是纯科学只追求真理, 或只探究自然奥秘, 从而是绝对好的东西。殊不知科学 (即使是纯科学) 也只是人的事业, 而不是神的事业, 人所做的事情有绝对好的吗? 没有! 只要是人的事业, 都只是相对好的, 没有什么绝对好的。中国的封建皇帝宣称自己的统治是绝对合理的, 想让臣民相信他的事业是绝对好的, 但这显然是欺骗。可见, 政治不是绝对好的, 说“国家是必要的罪恶”, 就是说国家不是什么绝对好的东西。许多宗教领导人想

让信众相信他们所创立的宗教是绝对好的,这也是欺骗。宗教也不是什么绝对好的东西,宗教中有“邪教”,“邪教”是不好的宗教。我们还可以列举一些其他人类事业。人们大约不会认为商业是绝对好的,尽管我们离不开商业;人们也不会认为军事是绝对好的,尽管在国家消亡之前我们必须有军队。

科学主义者反对说科学是一柄“双刃剑”,试图表明科学是价值中立的。他们认为,科学理论(或假说)只有真假之分,没有好坏之分。这种观点依赖于逻辑实证主义著名的事实与价值的二分或描述性言说(descriptive utterances)与评价性言说(evaluative utterances)的二分^[2]。然而,帕特南(Hilary Putnam)已令人信服地证明,事实与价值是相互渗透的。在帕特南看来,“每一个事实都渗透着价值,而我们的每一种价值都负载着某种事实”,事实和价值通过我们的文化和语言框架而处于密不可分的联系之中。通过对最简单的陈述的分析,即可看出这种联系。就以“猫在草席上”这个陈述为例吧!如果某人真的在某种语境中作了这一判断,那他便用了“猫”、“在……之上”以及“草席”这3个概念,而这些概念的出现和通用便反映了文化的旨趣和价值(the interests and values)。我们有“猫”这一范畴,因为我们认为把世界划分为动物与非动物是重要的,而且我们还对某一给定的动物属于哪一个种感兴趣。说是一只猫而并不仅仅是一个东西在草席上,才是恰当的。我们有“草席”范畴,因为我们认为把非动物性事物划分为人造物和非人造物是重要的,而且我们对特定人造物的用途和性能感兴趣。说猫是在草席上而不仅仅是在某个东西上才是恰当的。我们有“在……之上”这一范畴,因为我们对空间位置感兴趣。^[3]可见,我们的语言是一个复杂的分类系统,而分类就体现了我们的旨趣和价值,在特定语境中的语言选择(即对恰当性的重视)又反映了我们的特殊旨趣。所以,就连最简单的事实(陈述)也是渗透价值的。更不用说社会事实(陈述)了。“一个放弃了日常道德观念,或以不同意识形态和道德观取代了日常道德观念的文化,将会丧失以我们现在的智能去恰当而又清楚地描述日常人际关系、社会事件和政治事件的功能。”^[4]可见人不可

同的科学范式是不可通约的,信持不同范式的科学家并非根据统一的、中立的准则去判定谁是谁非。只有统治科学共同体的信持旧范式的老科学家们都过世了,新范式才会居于主流地位^[9]。可见,科学共同体内部的意见一致也只是相对的。

哲学伦理学应努力与经过长期检验的科学协调一致,但不坚持实证原则。它不直接说明经验现象。从古希腊哲学一直到黑格尔的哲学,总试图直接解释经验现象。18世纪以来,实证科学表现出强有力的说明经验现象的能力。20世纪的分析哲学正确地把发现实证知识和说明经验现象的任务完全交给了实证科学。但分析哲学认为哲学的任务只是给实证科学打下手,即从事逻辑分析和语言分析,帮助实证科学修理其必须使用的“工具”——语言^[10]。这是对哲学的错误定位。逻辑分析和语言分析是哲学的任务之一,但不是哲学任务的全部。哲学的任务还包括对实证科学知识的综合抽象,力图达到对世界、社会和人生的博大圆融的理解,审视价值合理性,判断整个人类文明的演变方向。哲学是高度抽象的,它与经验事实的逻辑联系是间接的,所以人们不能像检验实证科学假说那样去用观察和实验直接检验哲学学说。人们就哲学观点也更容易产生分歧。哲学与实证科学之间的逻辑联系也是不确定的^[11],一种实证科学理论可以支持多种哲学学说。所以我们无法用较易达成主体间一致意见的实证科学去消除人们在哲学方面的分歧。正因为如此,只要有思想自由的社会条件,就会有信仰的多样性和价值的多元性。这是由人类思维的逻辑特征决定的。所以,罗尔斯说“发现于现代民主社会的合理综合的宗教、哲学和道德信仰的多样化并非仅是不久就会消失的历史性条件,而是民主公共文化的永久特征”^[12]。可见在哲学伦理学领域呈现多个学派并存状况是很自然的。我们应采取的惟一正确的态度,是宽容地对待持不同哲学伦理学见解(或持不同信仰)的人们,尊重每一种人的思想自由权利。

那么这是不是意味着哲学伦理学只能在不同学派之间吵来吵去、争论不休呢?不!不同的哲学伦理学可在对话和辩论中达成基本共识,例如,所有的伦理学理论都赞成尊重人的生命,反对伤害人。这种

共识对于社会的政治、经济、宗教、文化具有十分重要的意义。伦理学的使命之一就是通过不同流派的对话和辩论,并通过和其他学科的对话和辩论,推动社会就道德和价值问题达成动态的共识。不同流派的对话还可以扩大各自的思想视野,各自视野的扩大又可推动达成更广泛、更深刻的共识。

民主是保证哲学伦理学不同派别以及伦理学与其他学科平等对话和辩论的政治条件。阿多诺和霍克海默在反思启蒙时说,“如果盲目且不反思的启蒙思维把科学理性认定为惟一的真理语言,那么启蒙就成了极权主义的了”^[13]。如果有人认为只有他所坚持的哲学伦理学才是真理,并进而运用国家暴力压制任何不同意他的观点的人,就会导致思想专制。如果这人是一位科学主义者和实证主义者,就会导致实证科学对人文学科的压制,以及科学主义、实证主义对其他哲学的压制。科学在近代史上曾是促进民主的知识力量,但在当代我们必须警惕科学主义的独断专行,科学主义的独断专行会断送民主。

四

把纯科学看作纯粹求知事业的科学观依赖于柏拉图主义的科学理念。按这种理念,科学似乎可以脱离经济、政治、军事、商业等文化(广义的文化)部门而独立运作。但实际上,科学事业不可能脱离社会的经济、政治、军事、商业等。不可否认个别科学家可能酷爱某种很个性化的研究工作,但整个科学事业不得不服从社会的需要。如果说伽利略和牛顿时代的科学事业还带有较强的科学家个性特色,那么今天建制化、职业化的科学事业已较少带有科学家的个性特色,而较多地依赖于现实的政治、经济、军事和商业。因为现代科学研究需要巨额的研究经费,需要人数众多的科学共同体的合作。科学主义者把科学看作可超越于政治、经济、军事、商业甚至技术的事业,从而使得可以很方便地把一切坏事都推给科学之外的事业,而使科学保有绝对好的名声。上文提到的那位科学主义者说得很明确:科学只做好事,一切坏事都是干坏事的人干的,与科

择善而行与追求自我利益并不互相排斥。一个人只要有对底线道德的明确意识,并自觉遵守底线道德规范(如,“己所不欲,勿施于人”),他就是个有良知的人。科学的自我纠错就依赖于科学家们最低限度的良知。上文提到的那位科学主义者批评我说,科学之自我纠错不依赖于什么良知,良知是靠不住的东西,科学之自我纠错就靠科学家的利己之心和科学本身的方法论准则。追求私利的科学家为追求名利而尽力找前人或别人理论的错误,从而纠正科学理论的错误,作出科学发现,推动科学事业的进步。这是从自由主义经济学家那儿借来的思想。

亚当·斯密等经济学家认为社会的经济繁荣就依赖于人们的自私而不依赖于人们的高尚。当代美国经济学家詹姆斯·L. 多蒂曾用自己的亲身经历说明斯密原则的正确。1967年芝加哥发生了一场大雪暴,居民的食品和基本生活用品立即严重短缺。多蒂去杂货店购物,发现仍按平时价格售货的店子已没有什么食品可购。后来找到一家店子,见货架上琳琅满目,心中之喜自无法形容。但一问价钱,他“所有的快乐刹那间都化作了满腔的愤慨”,原来所有商品的价格都提高了两倍。一气之下他便走出了那家店子。多蒂写道:“离开那店门走了几英尺远,我凝望着茫茫雪原,吸入几口冰凉透骨的空气,我那些做人的崇高原则和理想便向理智与生存的压力屈服了。我回到了那家杂货店,谨慎地购买了一些生活必需品。”多蒂由这一经历加深了对斯密原则的理解。他后来认识到,大雪暴后仍按平时价格出售商品的老板似乎比提价的老板高尚,但实际上提价的老板为公众做出了更大的贡献。没提价的老板的货物很快就销售一空,以后的几天他便只好关门大吉。“他一定觉得特别满足,因为在他的顾客有紧急需求时并没有趁火打劫,这自然是一种既正直又体面的行为”。“与这个老板的思想境界形成鲜明对比的是,另一位老板却抓住了每一个可以使其利润最大化的机会。不过,由于他的这种行为,人们不得不把所要购买的商品限制在自己真正需要的范围内”。而且高价格也使他支付比平时高得多的货物运费。多蒂认为这一事例,再一次生动地印证了亚当·斯密的至理名言,资本家“通过追逐自身利益……对社会利益的不断促进作用比

他想要这样做时更为有效”^[14]。斯密原则及多蒂的解释确实说明,通过社会分工协作系统和市场去创造经济繁荣不要什么“全心全意为人民服务”的自觉意识和崇高道德,但并不说明市场经济根本不要道德,而恰恰能说明市场经济必须有人的起码道德或良知,如公平交易,尊重人权。大雪暴后提价既不违背市场经济原则,也不违背一个商人起码的良知。但如果把变质的食品买给顾客,或强迫人们买东西,不许到别家杂货店买东西,那便真的没有良知了。若能证明这样的商人也能为社会的经济繁荣做出贡献,那便能证明市场经济根本不需要道德和良知。

在科学事业中道理是一样的。科学的进步确实在很大程度上靠科学家利己心的推动。正因为如此,现代国家才非常重视界定知识产权。科技发明者须从自己的科技发明中得到足够的收益,才会积极地从事科技创新。但不能说科技进步全靠私利的推动,科学之为科学毕竟依赖于科学家在科学研究中遵循基本的方法论准则。有两条基本原则是必须遵守的,一是实证原则,该原则要求科学家实事求是。二是理论原则,科学必须超越常识而上升到理论,而科学理论的建构既依赖于创造性直觉,又依赖于对逻辑规则的遵循。科学的实证性和理论性是不可分的。对观察和实验证据的读取和运用与科学家的理论信念密切相关,但科学理论又必须接受观察和实验的检验。科学只能通过科学家的理论思维去纠错,没有什么绝对客观的纠错程序保证科学之自我纠错。既然科学之纠错必须通过科学家的思维而得以完成,而科学家又只是追求私利的人,不是非人的纠错机器,其基本良知对科学之自我纠错就十分重要了。只有不失基本良知的科学家,才会严格遵循基本的科学方法论准则,例如诚实和实事求是的原则。一位科学家可以没有献身于社会或真理的高尚情操,但他必须有基本的良知,即诚实且实事求是。诚实和实事求是(并不只是)科学操作的原则,也是基本的道德原则,自觉坚持这种原则正是良知的体现。以下实例正可以说明这一点。

年仅 32 岁的舍恩博士自从 1998 年加盟贝尔实验室后,在《科学》、

《自然》等杂志上发表了 100 多篇论文。在一些同行看来,舍恩获诺贝尔奖似乎是迟早的事。今年 5 月,有科学家向贝尔实验室举报舍恩的一些论文有造假嫌疑,贝尔实验室随即聘请了一个 5 人外部专家小组展开调查,结果表明,在接受调查的 25 篇论文中,舍恩至少有 17 篇论文捏造或篡改了实验数据。不少科学家认为,凭借舍恩的个人能力和贝尔实验室提供的研究环境,如果他踏踏实实地搞研究,未必出不了重大成果。那么,究竟是什么原因驱使一位前途无量的年轻科学家铤而走险呢?有科学家推测,舍恩心中大概有一个如意算盘:在他所从事的研究领域,近期内很可能会出现一些重大成果,如果他率先宣称已经取得了这样的成果,肯定会吸引世界各国的科学家的注意,这当中说不定就会有科学家获得他所宣布的实验结果。那么,尽管率先取得突破的是另外一位科学家,但科学界会误以为这位科学家不过是重复了舍恩的工作。若果真如此,则舍恩是因私欲膨胀、失去良知而毁掉自己的声誉的。舍恩事件并不是一个孤立的事件。1999 年 6 月,美国劳伦斯伯克利国家实验室 15 名研究人员在《物理评论快报》杂志上发表论文,宣称发现了元素周期表上空缺的 118 号元素,这一成果曾被评为该年度最重要的科学进展之一。但到了今年 7 月,该研究小组在《物理评论快报》发表声明,撤回了 3 年前发表的那篇论文,因为论文中一些实验数据是捏造的^[15]。科学家造假会使科学蒙羞。造假的科学家便相当于卖假药、“瘦肉精”、黑心棉的奸商。显然不能靠这样的科学家去推动科学的进步。

六

良知确实不是很靠得住的东西,即无任何社会能保证其成员个个不失良知,正因为如此,维系社会秩序不能全靠人们的良知,还得靠法治和民主。也正因为并非个个科学家都能严守良知,所以科学事业也应受到民主与法治的制约^[16]。民主与法治是不可分的。有了民主和法制,就不会有任何个人或集团(抑或阶层)拥有不受限制的权力,也没有任何事业享有不容评价的神圣性。在民主法治社会中,人与人之间

(包括集团与集团之间)处于互相牵制和监督的关系之中。科学事业也不例外,也应处于民主和法治的制约之中。有良知的科学家可以监督个别失去良知而欺世盗名的科学家,从而纠正他弄虚作假的错误。就此而言,科学之自我纠错依赖于科学共同体内部的民主。如果一个科学家群体集体弄虚作假,还需要科学共同体的外部监督,来纠正科学家的道德错误。

在理想的情况下,科学家都有基本良知,没有人欺世盗名、弄虚作假,这时科学事业要不要置于民主监督之下呢?答案是肯定的。随着科技的进步和工业体系的扩张,人类对自然物和自然系统的干预或征服力度越来越强。但我们必须明确区分自然与自然物(或自然系统)。自然是无限的,自然永远隐匿着无限的未为人知的奥秘^[17],自然物和自然系统是有限的。人类所能征服的只是自然物或自然系统,但永远也征服不了自然。人类对自然物或自然系统的征服力度越强,自然对人类的反作用力越大。因为自然永远隐匿着无限的未为人知的奥秘,所以自然永远握有惩罚人类的权力,人类永远不可能随心所欲地改造环境。人类对自然物或自然系统的干预力度越大,自然对人类的惩罚就越严厉。例如,在没有现代科技时,人类打仗不过刀剑相向,灭族就是最严重的后果了;在世界积储了大量核武器的今天,一旦爆发世界性的核战争,后果就有可能是全人类的灭亡。所以,现代科技的日益进步和商业贪欲推动之下的科技应用,带有越来越大的风险。社会应该讨论那些重大科研项目(如克隆人研究项目)到底会不会给社会带来好处。科学家有责任实事求是地向公众说明自己的研究项目所可能有的应用风险,而且大众有知情权。大众有权利在了解一个项目的基本情况的前提下做出自己的判断。不能只由科学家去评价重大科研项目到底会不会给社会带来好处,大众也有评价的权利。今天,商家在推销科技产品时常说“科技以人为本”。“科技以人为本”的意思是,科技归根结底是为人服务的,或为人类谋福利的。没有理由让人反过来从属于科技。民主社会的基本原则之一是尊重每个人的基本权利,包括对自我利益作出独立判断的权利。坚持科技以人为本的原则,就要求科学

事业尊重民众的意见,使他们在了解重大科研项目风险情况的前提下,表明自己是支持还是反对的态度。

世界有无穷无尽的奥秘,科学从来只能有选择地进行研究。选择什么进行研究是科学研究的方向问题。在人类面临严重生态危机的今天,我们应该认真讨论这样一个问题:是继续投入巨资研究征服自然事物的科学技术,还是多花钱研究生态学和维持生态平衡的技术?公众和哲学、人文学研究者有权利也有责任发表自己的见解,科学家有责任听取公众和哲学、人文学者的意见。

我们很少生活在理想状态下,如那位科学主义者所说的,科学家只是追求自我利益最大化的人。那么如何保障科学家只以科学纠错的方式谋求私利,而不以夸大自己项目的效益并掩盖其负面效应以争取资助的方式牟取私利呢?没有什么绝对有效的办法!民主监督是差强人意的办法。

如果我们承认科学只是人所从事的事业,也有其负面效应,科学进步带有巨大的风险,那么就更容易理解科学事业应在民主法治的统辖之下,科学事业不应成为凌驾于民主与法治之上的事业。若能这么理解,就该承认科研有禁区。如果社会通过民主与法律程序而判定一项研究的应用结果是灾难性的,并通过立法禁止资助这项研究,那便是以民主与法治的程序划定的科研禁区。这与保障思想自由没有矛盾。纯粹的个人思想(包括科学思想)是没有禁区的。划定科研的禁区只是禁止对某些项目投资,不是禁止科学家个人的思想。

注释与参考文献:

[1] 陈独秀. 独秀文存. 合肥:安徽人民出版社,1987,242~243

[2] John R. Searle. Contemporary Philosophy in United States. In: Nicholas Bunnin, E. P. Tsui-James. The Blackwell Companion to Philosophy. Blackwell, 1996, 1~24

[3] Hilary Putnam. Reason, Truth and History. Cambridge University Press, 1981, 201~202

[4] Hilary Putnam. Reason, Truth and History. Cambridge University Press, 1981, 212

[5] Hilary Putnam. Reason, Truth and History. Cambridge University Press, 1981, 215

[6] Mae-Wan Ho. 美梦还是噩梦. 魏荣瑄译. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2001

[7] 卢风. 该科学的科学, 不该科学无须科学. 方法, 1999 (1)

[8] 强调哲学人文学不同于实证科学, 并不等于否定两者之间的相互联系, 也不等于否认两者之间对话交流的重要性

[9] Thomas S. Kuhn. The Structure Of Scientific Revolutions. The University of Chicago Press, 1962

[10] Peter Winch. The Idea of a Social Science. Routledge & Kegan Paul, 1958, 4~5

[11] 在蒯因看来, 经验证据对科学理论的支持或反驳也是不确定的, 参见 W. V. Quine. Two Dogmas of Empiricism. In: Paul Benacerraf, Hilary Putnam, ed. Philosophy of Mathematics. Prentice-Hall, INC, 1964

[12] John Rawls. Political Liberalism. Columbia University Press, 1996, 36

[13] Hauke Brunkhorst. Adorno and Critical Theory. University of Wales Press, 1999, 71

[14] 詹姆斯·L. 多蒂. 市场经济: 大师们的思考[M]. 林季红等译. 南京: 江苏人民出版社, 2000, 9~11

[15] 世界科技丑闻 舍恩事件水落石出. 南方周末, 2002. 12. 9, 转引自“清华大学学风建设通报”第 12 期

[16] 不过, 在我们强调良知靠不住而必须诉诸民主与法治时, 必须同时明白, 民主与法治也不是绝对靠得住的东西. 正像仅凭人的私欲无法创造经济繁荣一样, 仅凭民主与法治也无法维系社会秩序. 民主和法治发挥正常作用还依靠大众的基本良知. 维系社会正常秩序依赖于社会制度的有效约束力. 仅当社会制度具有有效约束力时社会才会秩序井然. 制度可分为外在的制度和内在的制度, 内在的制度就包括道德规范. 参见柯武刚, 史漫飞. 制度经济学. 韩朝华译. 北京: 商务印书馆, 2000. 内在的制度与外在的制度是互补的, 可见道德与法治也是互补的

[17] 卢风. 人类中心主义与非人类中心主义争论的实质. 见万俊人编: 清华哲学年鉴 2000, 保定: 河北大学出版社, 2001, 96~121

科学活动中的利益冲突

曹南燕

(清华大学科学技术与社会研究中心, 北京 1000084)

近年来,科学活动的道德问题引起学术界和公众的普遍关注,人们对科学活动中诸如编造、篡改数据资料,抄袭、剽窃他人成果等严重越轨行为,口诛笔伐,相当重视。对另一类科学活动中的道德问题,科学活动中的利益冲突,在国外大量关于科研道德的规范中都有明确的定义和规定,尽管这些定义和规定不尽相同。但在国内,科学活动中的利益冲突还没有得到足够的重视。^[1]值得注意的是邱仁宗先生在去年的北京科学哲学论坛上作了“研究中的利益冲突”的报告,笔者听后很受启发。邱先生的报告主要讨论生物医学领域中的利益冲突问题,本文则想在更一般的科学活动层面来讨论利益冲突的表现形式、产生原因、社会后果以及处理对策。

一、什么是科学活动中的利益冲突

邱先生认为,利益冲突是一种境况,在这种境况下一个人的某种利益具有干扰他代表另一个人作出合适的判断的趋势。更形式化地说,利益冲突是一种境况,在这种境况下,某人 P(不管是个人还是法人)有利益冲突。P 有利益冲突,当且仅当 (1) P 与另一个人处于要求 P 代表他作出判断的关系中,且 (2) P 具有某种(特殊的)利益,这种利益具有干扰他在这个关系中作出合适判断的倾向。^[2]

在接受这种理解的基础上,笔者认为,对于从事科学活动的科学家来说,利益冲突是指这样一种境况,在这种境况下,科学家的某种(某

些)利益具有干扰他在科学活动中作出客观、准确、公正的判断的趋势。^[3]科学活动包括科学知识的生产、传播和应用,如果说科学知识生产过程主要涉及的是客观性和准确性的话,那么,科学知识的传播和应用过程还涉及公正性。这里的利益冲突说到底科学事业本身的利益和科学家的其他(个人或群体或机构)利益之间的冲突。

利益的含义很广,除了可以还原为金钱的经济利益以外,声誉地位、人际关系、宗教信仰、政治需要、个人爱好、心理满足等都可以成为某种利益。这些利益可能影响科学家在研究活动中的各种选择判断,包括确定研究方向、研究课题、方法技巧,引用哪些文献,选择哪些数据资料,如何收集组织素材,如何解释资料数据、实验结果,如何评价他人的研究成果,与谁进行学术交流,如何交流,如何应用研究成果等等。这些选择会影响科学研究的客观性、准确性和公正性。一位研究环境问题的科学家,可能专门去选择某些资料论据,然后得出结论说,某城市的空气质量差的原因是该市的自行车太多。这个结论如果是出自某汽车公司的雇员之手,那么,人们可以对该结论的客观性打上问号。在同行评议中,师生、同事、亲友、竞争对手等关系也经常会干扰专家判断的客观与公正。目前,尤其引人关注的是在生物医学、药物、食品研究领域的利益冲突。因为这些领域的科学研究失去客观与公正的话,公众失去的将不仅是钱财而且可能是健康和生命。

当然,科学家的知识结构、已有经验所造成的偏见也会影响科学家的这些选择,但利益冲突与偏见不同。偏见往往是因方法不当或资料有限造成,无明确目的,而且是不自觉的,而利益冲突则经常是在某种目的驱动下的自觉行为,虽然有时人们也称之为偏见。

科学活动中的利益冲突实际上是范围很广的一系列境况和行为^[4],比较典型的有:与企业合作研究及研究成果的开发应用中受经济利益干扰,在同行评议中受人际关系干扰,在知识的传播与交流中受单位利益的干扰等;由于这些干扰,科学家在科学研究的课题选择、设计、申报、实施以及对科研成果的评价和应用等过程中失去或可能失去客观性和公正性。

广义的利益冲突还包括职责冲突,如本单位的科研和教学工作在方向、时间和精力方面受兼职工作的干扰。在斯坦福大学做过多年校长的唐纳德·肯尼迪在《学术责任》一书中指出,“近些年,学术领域的利益冲突问题以一种非常公开的方式浮出水面,焦点是大学里的科学家。他们在被大学全时雇佣期间投身于私人的营利性的企业。一些生物科技百万富翁的出现吸引了很多公众注意力。少数几个惊人丑闻也同样引人注目:研究人员从事的、结果对其有经济上的利益的毒品实验,或教员企业家利用学校设施进行其商业产品的研究或升级。”^[5] 这些问题在我国也同样存在,值得我们重视。

二、科学家为什么会面临利益冲突

长期以来,人们心目中科学家的理想境界是“远离喧嚣的尘世,躲开浮躁的人海,拒绝时尚的诱惑,保持心灵的高度宁静和绝对自由”,^[6] 不求世俗功利,纯粹为科学而科学。他们崇尚自由探索、不断创新,把科学看作是人类社会世代积累、共同协作的产物,每个人有权利和义务对公有的知识进行传播和自由交流,有条理地批判已有的知识以保证知识的不断自我更新。对科学工作的评价应该取决于“先定的非人为的”、“经验的和逻辑的标准”,而不应该取决于从事该工作的人的“个人属性和社会属性”^[7],即取决于该科学工作本身的科学价值而不取决于它是由什么样的人做的。

美国的科学社会学家默顿把这些概括为科学的精神气质。在默顿看来,“科学的精神气质(ethos)是有感情情调的一套约束科学家的价值和规范的综合。这些规范用指令、禁止、偏爱、赞同的形式来表示。它们借助于习俗的价值而获得合法地位。这些通过格言和例证来传达、通过法令而增强的规则在不同程度上被科学家内化了。于是形成了他的科学良心,或者如果人们愿意用现代术语的话,也可以说形成了他的超我。”^[8] 这些规范保证了科学知识的生产和传播,代表科学事业的利益。

科学是追求真理的事业,科学之所以在现代社会受到普遍重视,最根本的原因就在于它是求真的事业。然而,正如爱因斯坦所说:“科学作为一个现存的和完成的东西,是人们所知道的最客观的,同人无关的东西。但是,科学作为一种尚在制定中的东西,作为一种被追求的目标,却同人类其他事业一样是主观的,受心理状态制约的。”^[9]那么,通过什么机制才能保证“主观的,受心理状态制约”的科研活动及其产品成为“客观的,同人无关的东西”呢?

现代科学主要是借助于一套理性的科学方法努力使科学认识趋于客观,通过被默顿称为“科学的精神气质”的一套作为惯例的规则:普遍性、公有性、祛利益性、独创性和有条理的怀疑主义,约束科学家的行为。“公有性”、“祛利益性”和“独创性”规范促进知识的增长;“普遍性”和“祛利益性”规范使科学知识趋于客观;“公有性”和“有组织的怀疑主义”规范则保证了公开、自由的学术交流,使科学知识可能通过争论和批判得以纠错。这种纠错主要是在学术界内部进行的,它体现了学术的自主性。

然而,默顿所概括的科学共同体的行为规范并没有涉及科学共同体的另一重大目标:科学知识的社会应用。知识的应用涉及科学共同体与社会大系统的相互作用,情况比较复杂。社会大系统的其他领域,如经济、政治领域的行为规范与科学活动的行为规范可能会一致,也可能发生冲突。这时,科学家的行为规范也要作相应的调整和扩展。科学家在应用知识的过程中要有社会责任感,要在保证科学的客观性的同时坚持人道主义和社会公正。知识的生产和传播是科学家的责任,科学知识的应用也是绝大多数科学家必须面对和考虑的。然而,一直到20世纪,大多数人还是认为科学家只须关心知识的生产和传播,利益冲突也没有引起人们的关注。

20世纪后期科学家的这种形象逐渐发生变化:仅仅为科学而科学自然是不够的,科学要服务于社会,为公众谋福利,相应地,社会对科学家也要有所回报;科学还要服务于国家的建设。80年代起,以美国为代表的各国政府认识到了科学技术在经济增长、增加就业机会、消除国

的渠道,而政府所资助的研究项目取得的成果也能较快实现商品化,转化为实际生产力。大学、企业和政府形成了牢固的合作伙伴关系,构成强大的国家创新体系。美国 20 世纪 90 年代以后的经济增长与这些法案的实施不无直接关系,美国的这些做法在许多国家得到响应,掀起“知识经济”浪潮。知识和经济的结合给世界经济注入了活力,也给知识界,尤其是从事科学技术基础研究的大学带来巨大的冲击。

大学(尤其是重点研究型大学)不仅从事基础理论研究、传播知识,而且直接为社会经济发展做贡献;大学教师通过科学研究不仅可以获得科学共同体的“承认”,而且可以获得知识产权、专利权并在产品开发中获利(包括股份、红利、酬金、咨询费等等),还可以在自己科研成果的基础上创办自己的公司。大学也因此“名利双收”,不仅在人们心目中的地位大大上升,而且来自国家、企业或个人的投入也大大增加,于是地盘大了、楼层高了、教员阔了。相应地,学术评价也和社会资源(科研经费、职称、工资、奖金、研究设施、社会地位、名望)的分配直接挂了钩。在巨大的经济力量的推动下,近几十年来科学事业飞速发展,硕果累累。但企业的商业运作规范也改变了科学家的形象。利益冲突导致一些科学家失去了原来的客观、公正和清高,人们失望地称之为学术腐败。

社会上的个人处于各种社会关系之中,每个人往往扮演多种角色,有多种利益关系,利益冲突是普遍存在的。然而,在我国,人们往往回避谈论利益冲突,尤其是讨论科学活动中的利益冲突,往往以对“大公无私”、“无私奉献”的追求代替处理实际上的利益冲突,认为“科学教导我们以特殊利益服从普遍利益”。^[11]

确实,有许多科学家毕生追求真善美的完美结合,是人类的楷模。但是引导科学家从事科学活动的动机是多样的,有崇高的精神探索,也有纯粹的功利目的。但在当今大科学时代,作为谋生职业的科学活动的动机经常是复合的,科学活动与个人或公众利益的关系越来越直接而且紧密。科学家在考虑科学自身发展需要的同时还要考虑科学的社会应用,即如何更好为公众利益服务。在科学技术被作为国家、地区、

企业之间竞争能力的源泉的今天,科学家还要考虑国家、雇主和个人的利益,这些利益并不总是一致的。科学活动中的利益冲突正在引起科学共同体内部和公众日益增加的关注。

三、科学活动中利益冲突的社会后果

知识与经济的结合,企业、大学和三螺旋结构的国家创新体系的形成,大大推动了各国科学事业的发展,但也给科学界带来许多新问题。科学家面临的利益冲突实际上是不同领域的价值观和行为规范之间的冲突,诸如自由探索和任务定向,知识公有和知识产权保护,公开、自由交流和保密,追求客观性和追求实用性、营利性,有条理的怀疑、批判和急功近利等的冲突。

在研究方向上,过分直接地从企业得到资助或其他经济利益,会影响科学的自主性。有明显的经济利益驱动的任务定向的研究使科学家不再能够单纯凭好奇心而不考虑社会需要进行自由探索,甚至不能完全按科学家的意愿让科学服务于公众与社会。商业竞争要求科学家选择企业急需解决的、有较好商业前景的课题,而这些课题不一定正好也具有理论价值或对社会、对公众、对生态环境有利。俗话说,“吃人的嘴短,拿人的手短”。一旦研究者从企业获得额外的个人利益,诸如工资以外的酬金、红利、股票、高额讲演费、咨询费等,他们就有可能选择有利于该企业发展的课题,他们的研究结论就可能偏向该企业的产品,他们就可能无视或忽视该企业产品带来的负面作用和社会与环境风险等等。另外,大学和政府研究机构的科学研究资金及其他资源一般说来都来自公众,科学家的研究工作也应该首先服务于公众,如果用这些资源来为私人牟利,那是否有失社会公正。

在科学研究直接与企业挂钩,科研成果急于商品化时,使科学系统健康运行的机制会出现一些问题。在保证科学研究的客观性方面,由企业直接资助的合作研究成果或被企业买断的知识产品被当作商业秘密严加保护,这时知识不再被看作是全人类的公有财产,自由交流信息、

资料和观点被限制在很小的范围。科学通过学术交流和学术争论以及同行评议进行自我纠错的机制就会失去活力。在急功近利的企业合作者面前,有组织的怀疑批判似乎“远水解不了近渴”,为了把握商机,达到轰动效应,对科研成果的实用性和营利性的追求会超过对客观性的追求。对许多科研成果不是通过学术期刊或学术会议在学术界经受同行评议的反复锤炼(这对保证科学研究客观性至关重要),而是借助于外行的媒体或其他宣传手段加以炒作。由于公众对科学家,尤其对有一定成就的专家学者,一般都特别信任,因此,在个人利益干扰下得到的研究成果将是对公众的欺骗和误导。

在评价科研计划、科学工作、知识产品等过程中,利益冲突更多地表现为评价判断“因人而异”、结论的客观、准确与公正受人际关系的干扰。科学共同体内经常通过各个领域的专家的“同行评议”来评价各种科学工作。同行评议是“用于评价科学工作的一种组织方法,这种方法常常被科学界用来判断工作程序的正确性、确认结果的可靠性以及对有限资源的分配,诸如:杂志版面、研究资助经费、公认性和特殊荣誉。”随着科学在社会中的重要性不断增加,对科学工作的评价往往也伴随着对科学研究资源的分配。对一项科学工作的肯定与否,常常决定了一些人能否得到资助、发表文章、提级、晋升、拿学位、获奖、成名等。而且由于“马太效应”,这一“能”与“否”的差别在若干年后会越来越大。因此,在同行评议中“走后门”、“拉关系”,甚至用金钱收买的事时有发生。

总之,科学活动中的利益冲突不仅损害科学的自主性和学术自由,限制科学知识生产,妨碍研究者对客观性的追求,还影响科学资源分配的公正和公众对科学的信任。

四、如何处理科学活动中的利益冲突

科学活动中的利益冲突是研究者在社会中多重角色冲突的表现。利益冲突不一定是非法的、不道德的或不合理的。科学技术发展和社

会进步、经济增长的需要会使越来越多的科学家参与到企业的应用与开发研究中、参与到各级政府或其他管理、决策或咨询机构中作为专家从事行政、立法或司法等工作。科学家要走出“象牙塔”。科学家有义务、有责任,也有能力参与这些社会事务。科学家的多重角色是正常的、不可避免的。“远离喧嚣的尘世,躲开浮躁的人海”几乎不太可能,也有些消极,但科学家为了保持其求真本色和科学家的良心,确实应该“拒绝时尚的诱惑”。

科学家现在面临的诱惑越来越大。名望、地位、金钱、权力以及由此带来的种种利益经常会诱使他们弱化或放弃公正与客观这两条原则。公司可能为了利用科学家的声望和权威,慷慨地招待他们出席产品发布会,而实际上他们并没有对该产品做任何研究。为了得到有利于开发本企业的产品的科研成果,企业可能出优厚的科研费、咨询费请科学家参加研究、鉴定、测试评估等,甚至出高价买断某人或某单位若干年的研究成果。

利益冲突在现代社会是普遍存在的,关键是如何正确认识与处理。首先,科学家积极参与应用研究,为社会经济增长做直接的贡献是值得鼓励和倡导的。当然,从整个国家来看,从事基础理论研究、应用基础研究和开发研究的人数也要适当的比例。其次,对利益的追求不一定给科学研究带来负面后果。科学家追求正当的个人利益无可非议,这种追求常常使人们的潜力得以充分发挥。在现实生活中否认正当的个人利益往往不是虚伪就是导致低效率的“吃大锅饭”。第三,多重社会角色的不同价值取向有可能导致利益冲突,只有在某些利益可能干扰科学家的基本职责,即可能导致科学研究的结果失去客观性、准确性、公正性时才要加以控制。第四,对科学活动中的利益冲突要认识其危害性,并要采取适当的应对措施。

不同的情景条件下的利益冲突可能引发的后果各不相同,相应的对策也多种多样。例如,许多发达国家的研究机构和大学都规定^[13],在涉及重大经济利益冲突时,根据经济利益的大小,对有关人员在不同范围内分别采取回避、公开、审查、教育政策。

ASM Press, Washington, DC, 1995,163

[5] [美]唐纳德·肯尼迪. 学术责任. 阎凤桥等译. 北京: 新华出版社, 2002,304

[6] 李醒民. 科学的精神与价值. 石家庄: 河北教育出版社, 2001, 扉页

[7] 李醒民. 科学的精神与价值. 石家庄: 河北教育出版社, 2001, 113

[8] 转引自李醒民. 科学的精神与价值. 石家庄: 河北教育出版社, 2001, 112

[9] 许良英等编译. 爱因斯坦文集(第一卷). 北京: 商务印书馆, 1977, 298

[10] CRADAS 表示在这种条件下, 私人组织为研究与开发提供人力、设备或资金, 从而满足了某一特设的实验室宽泛的任务要求. 大多数 CRADAS 都包括对某一项目的任何技术成果共享知识产权的条款

[11] 李醒民. 科学的精神与价值. 石家庄: 河北教育出版社, 2001, 249

[12] 吴述尧主编. 同行评议方法论. 北京: 科学出版社, 1996, 2

[13] 例如, 美国的国家科学基金会(NSF)和健康研究院(NIH)及诸如哈佛、斯坦福等各大学的科学研究政策中都有关于处理利益冲突的规定

[14] [美]唐纳德·肯尼迪. 学术责任. 阎凤桥等译. 北京: 新华出版社, 2002, 325

第五篇

复杂性与系统科学中的哲学问题

超分子化学——化学研究的新视角

闫 莉

(山西大学科技哲学中心, 山西: 300006)

在化学中,随着分子结构和行为复杂性程度的提高,信息语言扩展到分子构造中,使分子构造表现出具有生物学特性的自组织功能。这一过程的展开向传统化学研究方式提出了前所未有的挑战,促使化学研究正在实现从结构研究向功能研究的转变,而这一前瞻性的转变首先发生在超分子化学领域。由此,站在化学研究的前沿领域——超分子化学,考察化学研究方法的历史的转变及其带给人们认识上的变革将是非常有意义和必要的。

一、超分子化学及其特征

1987年,当莱恩(J. M. Lehn)、克拉姆(D. J. Cram)和彼得森(C. J. Perterson)三位化学家因其对具有特殊结构的高分子的发展和应用作出巨大贡献而获得诺贝尔化学奖,这一刻也同时预示着一门将会给化学领域带来革命性变化的新学科的诞生。果然,莱恩在获奖演讲中,首次提出了“超分子化学”(supramolecular chemistry)的概念。同时克拉姆提出了主-客体化学(host-guest-chemistry)理论,彼得森则宣布发展和合成出大批具有分子识别能力的冠醚。一门以“超分子化学”为名称的新的化学学科蓬勃发展起来,并以其新奇的特性吸引了全世界化学家的关注和热衷。

与原子间靠化学键作用形成分子不同,超分子体系是由多个分子通过分子间非共价键作用力缔合形成的复杂有序且具有某种特定功能

学对识别的定义是指受体对作用物选择性结合并产生某些特定功能的过程。^[4]就识别的表现形式而言,通常有两种形式:一种是指发生在分子之间的识别,称为分子识别;另一种是指发生在实体局部之间的识别,称为位点识别。值得注意的是,无论分子识别,还是位点识别都非人力强加之过程,而是一个自组织过程。尤其是在生物超分子体系中,如 DNA 通过 RNA 转录蛋白质合成体系就是生命现象的关键体系,也是最高水平的组装体与超分子机器。事实上,从简单的蛋白质分子组装成神奇的多酶组装体的全部组织过程像生物体和人类社会等复杂系统一样是自动、高度有序、无缺陷地进行的。正是在这个意义上,有人甚至称超分子化学是一种分子社会学。这预示着超分子有类同于一般社会群体和组织所具备的性质,一方面它是由许多分子个体相互组成的整体;另一方面,整体具有有机组织(生物、社会、经济)才具有的自我演化特征。超分子这种社会学特征引起了人们的极大兴趣和关注,随之而来引出一系列疑问:组成超分子的分子之间的组装为什么是自动的?自组装的原动力是什么?自组装信息存储于何处?自组装程序的执行者是谁?自组装过程是否有横板或伴随(chaplon)?环境对自组织有何影响?高级结构是否存在着组装与解组装的动态平衡?^[5]对这些问题的尝试性解答形成对超分子微观与宏观两种研究方式。在微观层次上,化学家发挥着重要作用,其研究目标主要集中于超分子形成中的机理及应用,例如:确定分子间作用力和分子间作用力的协同;研究分子识别与位点识别的识别机理与识别过程以及研究不同结构层次的组装体、组装过程及组装方法,尤其是生物活性体系及低维体系的组装,自然界的自组装——从简单分子自动地组装起复杂的生物超分子体系;研究超分子体系中结构与功能的关系等等。在宏观层次上,超分子化学为哲学家提供了一个新的研究视野,哲学家将会关注它与传统化学研究的不同以及促使化学家思维观念的变革;同时,哲学家也将试图利用一些横断科学方法对超分子体系的自组装、分子相互匹配、识别、分子之间的组装和自组装给予哲学上的宏观解释,试图发现隐藏在现象背后的事物所固有的本质解释。而这后一种解释正是本文在罗列

合、组织是器官的整合,依次逐级上溯到社会和生态系统的复杂性。通过整合,层级之间得以区分,也同时得到相互的联接。这种建构在个体基础上的整合使得化学家在研究中可能关注这样的问题:在超分子的形成中,一个给体可能直接影响超分子有机组织的行为,而改变组织中的一个组分,就可能导致整个分子结构和性质以及功能的改变。生物学领域的基因突变就是通过改变分子内的某个遗传片断组分而实现的。这种特征预示着化学家可以通过现象学的物理方法研究和解释超分子的性质。例如,用客观组分的化学特性和有机相互作用解释物质粘度或相变同组成分子有怎样的关系?个体部分怎样协作形成超分子物体的空间、时间或功能特征,并通过自组织导致从混乱到秩序的过渡?混乱的流动怎样随着粒子之间的多体相互作用而变化?能量流结构怎样通过组分的分子特征和它们的超分子的相互作用被测定?^[10]这些导致了激动人心的关于超分子化学的次序和复杂性的出现以及化学领域从微观到宏观、从分子独立到分子聚合的研究,而这一切同样需要现象学的描述和解释。这一方面要求物理学家和物理化学家之间的联盟,另一方面也需要结构化学家同有机化学家之间架起一座桥梁。

超分子将最终导致化学家的注意力转向复杂性,从对单个分子的研究转向对分子之间相互结合的研究,或者说关注对分子的社会学研究。在这样的研究中,化学家必须将分子看作具有一定社会结构的个体,将分子置于一个大的环境背景下,研究特定环境下分子的个体和群体行为。同时,超分子化学还将化学家的研究视角引向对分子之间选择性以及识别能力的研究,而对这一方面的研究将从根本上改变着化学家的思维观念,导致化学家思维观念的变革。关于这一点曼(Thomas Mann)已经注意到了,他提到:“虽然(超分子)仍是组构而不是组织,但是超分子在生命秩序和纯粹化学之间形成了过渡。”^[11]的确,对于化学家而言,一种挑战正被确立,它显示出研究不仅仅局限于化学层面,而且通过控制超分子结构,功能和组织、生命和非生命、生命体和非生命体之间有了通航的桥梁,而这一切正是超分子化学带给人们最值得关注的。

三、信息化学时代的到来

化学家的传统总是试图设计一个单纯的体系,甚至是一个孤立的体系,再进而深入探讨其中的分子及其反应。但当面临超分子这样的复杂体系时,再继续将其孤立起来显然是不能达到研究目的的。事实上,超分子所具有的识别和自组织特征已经打破了化学研究所遵循的封闭体系,过渡到开放体系。按照普里高津的理解,无论是自然界中最具复杂性和有组织性的生物体,还是表现出的复杂性和有组织性的普通物理化学体系,只要它们是复杂系统或具有自组织的特征,系统都必定是一种远离平衡态的非平衡的开放系统。因为根据耗散结构理论的解释,系统在从无序向有序的转化中,要消耗能量和物质。如果没有连续的能量流和物质流加以补充的话,系统的熵将增大,将走向无序而不是有序。这样,超分子要实现自组织,就必须同体系的环境有时空联系。而所谓开放系统实际上是指能进行信息流动的系统。莱恩将这类超分子化学研究论题,即分子信息产生、处理、传输、转换与探测的化学研究论题定义为信息化学(semiochemistry)。按照这种解释,识别实质上是分子或超分子进行信息传导的过程,这一过程可以看作是一条信息链或叫信息级联。这样,超分子化学将化学从机械时代的范式转向电子和通信时代的范式,同时也正在铺设一条将化学理解为信息科学的道路。

超分子化学为化学带来了基本的物质—能量—信息的三重组合。由此,化学系统可以通过模拟方式贮存信息,或者在一个分子或超分子的结构特征中(大小、形状、特性和相互作用场所)贮存信息,还可以通过数字模式和各种化学实体的状态或联结性贮存信息。信息理论已经被用于描述分子的机械特征。识别过程的信息内容的价值可以通过受体—基体对结构的感觉以及相关的分子特性进行评估。识别不是一个绝对的,而是一个相对的概念,它来源于部分中贮存的结构信息,并通过它的解读的精确性来确定。结构信息依赖于状态之间相互作用的自

由能的不同,并通过受体—基体对结合的不同来表示。^[12]在受体和基体进行信息传递和转换中,环境起着重要作用。一般而言,信息能否实现传递,在于所依赖的自由能和相应的温度是否适合,而参数则是评估临界值的参考数字、状态之间的不同以及读数的准确度。超分子所具有的数字储存和信息恢复是在核酸分子中被发现的。在核酸的碱基配对中,借助 2:3 的氢键形式实现。类似于 0/1 电子计算机的信息数码特征,一个被激活的蛋白质可以通过无机物的二元栅极来表示,如 166、167 和相关的实体。而栅极依赖于量子点(quantum dots),量子点又是由更小的离子点组成。这种构造可使数字超分子片段作为信息储存和恢复题写的部分,这些部分可以通过光或电子来记录。^[13]

超分子所具有的特征同时也将化学置于一定语言基础上。事实上,当我们理解分子之间的识别时,可以将这一过程比拟为分子之间在一定语境下的言语交流,如果言语互相得到认可,则分子得以识别而匹配成超分子,否则将无法实现匹配。从这个意义上说,超分子所承载的信息功能正是一种在化学层面上所进行的语言交际,而这种交际有如后现代语言哲学描述的是一种特殊场景下对文本的阅读,阅读过程体现为主体(阅读者)和客体(文本)在特定语境中的相互对话。在超分子中,所谓主体与客体的相互识别正是这样一种对话形式。如此,在语言层面上,自然科学与社会科学达到了融合和一致,所不同的是,在社会科学中,所谓的主体和客体的对话是人与认识对象之间一种交互关系,而超分子所说的主客体对话是一种没有人参与的自然界中的一种现象,这也说明自然系统与人类社会系统的类同性。正是这种类同性促使科学家能用语言去描述和解释各种自然现象,并为此形成属于特定语境中的语言规则和系统以及特有的术语。正如莱恩所言:“为了我们的现今目标是合法的,需要命名超分子物质形成代码的语句,这代码接近特殊领域,通过它而通信。”^[14]这样,超分子通过化学方程式和化学的内在语言、物质的内在意义得以表达,通过语言的句法结构,物质得以相互转化和联系。这样,作为一个新领域,伴随超分子的产生、发展和成熟,建立能表达超分子特征的基本概念和新术语是必要的。因此,

给出超分子概念与命名是非常重要的,这不仅能促使这一领域规范化,使化学家能在共同的语言规则中相互理解和交流,而且为化学家提供了创造性的想像力,使其想像能够通过语言的魅力得以表达。

超分子化学的概念和术语是在 1978 年被引入的,它被定义为:“就像分子化学领域依赖于共价键一样,有一个超分子化学领域,它是分子聚集和分子间键合的化学。”^[15]超分子则被定义为具有高度复杂性结构的实体。超分子化学经过 20 多年的发展已经成为具有特定研究领域和被共同体接受和认可的专业术语,而且这一术语正被借用到其他领域,尤其是配位化学和生物学领域。这说明超分子化学正在走向成熟,而且具有将物理、化学、生物学乃至社会学相互渗透和融合的特征。

四、超分子——揭示生命奥秘的金钥匙

在整个宇宙进化史上,化学进化阶段是进化链中的不可或缺的一环,而且它还承担着从无生命进化向有生命进化的过渡。在有机人工合成技术诞生之前,人们一直认为生命体有着与无生命体无法通航的特殊的活力因素。这种特殊的活力因素与宗教神秘主义联系在一起,曾一度阻碍了化学家涉足有机化学领域。当 1828 年维勒人工合成尿素,宣告了生命活力论的破产。自此,化学家以前所未有的热情涌入有机化学研究,使有机化学在短短几年中成为化学领域的成熟学科。有机化学的产生促使化学家从化学的分子层次上试图对地球上生命诞生的奥秘给予解释。经过研究,化学家发现生命体内没有特殊的作用力、没有特殊的原子及人工无法合成的分子。尽管如此,化学家却一直无法解释无生命的化学分子如何过渡到具有生命特征的生物功能分子,因为,化学家虽然在实验室里合成出大量有机分子和生命体中的高分子,但是不能使所有合成的分子带上生命体内的分子才具有的生物活性,例如,自组织、自催化、能转载、加工信息的功能特性。在超分子出现之前,化学家曾构建了各种方式试图对这一现象给予合理的解释,但是都不尽人意。例如,奥巴林的团聚体假说、贝尔纳的类蛋白的微球体

理论、埃仑司弗特的生命之池理论以及日本的汇上不二夫的海之颗粒理论和美国劳利斯等提出的金属泥土理论,这些假说和理论试图从不同的角度解释化学进化的“瓶颈”问题,但是收效甚微。^[16]这些理论之所以不能有效地解释化学进化如何过渡到生物进化,其原因就在于在化学家的思维观念中,一直将化学进化看作是一种结构进化,而生物进化过程则表现出功能进化的特征。正如“动物解剖所显示的,各种动物在机体的构造和组成方面有许多共同特点,无论是构成生命的基本单元细胞,还是构造生命整体的各个器官或系统的结构,人同其他动物没有太大的区别,关键的不同是在于各种动物具有各自不同的功能,也就是说,整个生物进化表现为以功能进化为主。人同他的原祖的不同在于他所具有的功能层次提高了,比起机体构造,他用脑的功能远比原始人高明。这说明,生命体与非生命体的根本区别在于,前者总要表现出某些功能特征,而后者却无所谓功能。可见,在由无生命物质向生命物质转化中,如何实现由化学的结构进化向生物的功能进化的转变是至关重要的。这表明,在化学进化的最后阶段,肯定有一个由化学的结构性构造向生物的功能性构造转化的环节。”^[17]

超分子化学的出现为化学进化过渡到生物进化提供了一条可行的途径,正如前文所指,超分子所具有的自组织、复杂性已经显示出它具备了生物体所要求的基本功能特征:自组织、识别、匹配等。这样,化学就在超分子层次上同生物学建立了一种互通信息的桥梁,两者之间的密切联系具有了可以操作的现实基础。一方面,化学家能借用普通的化学分子构造出向生物体过渡的有目的性的超分子;另一方面,生物进化也通过对超分子的研究反观化学进化的进程。例如,在用酶作为试剂的使用中,可以借助化学方法实现催化剂反体的产生、基因表示的控制、分子转向技术的进展等等。通过化学家对生物体的详细考察,化学能够在精细的分子水平和方式上对物体的功能的发挥提供详细解释。如此,化学与生物学越走越近,并在某种程度上可能融为密不可分的体系。

同时,化学从生物学那里接受了挑战,这种挑战就在于无生命的进

展、非自然体系以及化学家虚构的想像的特征,并且实现可与生物体相比拟的有效性和选择性功能。主观上驱使一种选择被利用,这种利用不仅是生命组织的利用,而且是无生命化学自由地发明新物质的过程,化学领域借此得以拓宽。在超分子化学中,对分子信息和功能的强调使得原本只有生物学才有的研究扩展到化学层次上,化学分子由此成为生命组织的逻辑分子,依靠这种逻辑分子,生物体能够进行秩序化、规则化的组织,遁自然产生和发展的规律进化和发展。

注释与参考文献:

[1] 牡丹,王升富. 自组装超分子膜修饰电极的研制及分析应用. 化学研究与应用, 2001(6): 617~621

[2] 陈强,谭民裕,刘伟生. 超分子弱相互作用力的研究方法概述. 化学通报, 2001(4): 236~239

[3][5] 沈家骢,张希. 超分子科学——21 世纪新概念与高技术的一个重要源头. 科学, 1994(10): 6~13

[4] 邱立勤,耿安利,贾培世. 化学领域的前沿——超分子化学. 化学世界, 1997(4): 171~177

[6][7] 普利高津著. 探索复杂性. 罗久里,陈奎宁译. 成都:四川教育出版社, 1986, 1~2, 3

[8][9][10][11][12][13][14][15] Jean-Marie Lehn. Supramolecular Chemistry: Concepts and Perspectives. 201, 202, 203, 203, 199, 200, 4, 9

[16][17] 郭贵春主编. 走向 21 世纪的科学哲学. 太原:山西科技出版社, 2000, 403

进化论演绎公理系统与自组织理论

郭 垒

(国家高级教育行政学院, 北京: 102617)

把对生命现象的功能性描述或目的性描述转换为因果性描述, 最终要涉及到进化的理论。这意味着“适应”、“选择”是生物学理论中最具本质性的术语, 自然选择是生物学与物理科学之间区分的最后底线。因此, 进化论的演绎公理系统可以更清楚地反映出生物学与物理科学之间在什么程度上以及在什么意义上有着区别和联系。一般来说, 生物学理论的表述方式不像物理理论那样具有较强的公理化形式。正因为如此, 威廉斯(Mary B. Williams)提出的进化论公理系统才十分引人注目。^[1]这个公理化体系概括了有关进化论的所有观念, 同时又与关于进化速率和机制的众多分歧在逻辑上相一致。由于国内鲜有人了解这个系统, 我在此根据亚历山大(Rosenberg Alexander)的简要论述进行了编译,^[2]并把这个公理系统与自组织理论联系起来给出简要的讨论, 实际上是想讨论关于进化论的演绎公理系统的一种语义或分子层次的模型。

一、达尔文进化论的简要表述

概括地说, 达尔文进化论或自然选择理论可以表述如下:

- (1) 任何一种类型的生物个体的数量可以以几何级数的速率增加;
- (2) 在一个较长时期内, 任何一种类型的生物个体的实际数量近似地处于一个常量并保持下去;

(3) 任何一种类型的生物不存在两个相同的个体;变异是一种特性,而某些变异可以遗传。

由上面三个陈述可推断:

(1) 由于生物体能够产生比其环境所能容纳的更多的后代,因此,生物体之间必定存在着为了生存而进行的竞争;

(2) 在这一竞争中,其变异得最好的适应了环境的个体,即具有最大适应度者,生存下去,而具有较小适应度的个体,由于缺乏适应性变异,不能生存;

(3) 由于变异是可以遗传的,从一代到下一代,这种变异个体的比例将会增加,由此,进化发生了。

在上面的陈述中,隐含地预设了许多观念,有许多术语诸如变异、遗传、适应、生存、种等被使用着。其中争议最大的是“适者生存”这个自然选择的基本主张,许多持有异议者认为适者生存是一种同义反复或重言式,因为在进化论中,“适应者”的指称就是生存下来的生物体,而能够生存下来的生物体又被指称为“适应者”。也就是说,基于如下两个理由需要对自然选择观念进行公理化说明,这两个理由是:第一,公理化说明将识别出那些被进化论用来表述基本进化动力的命题,并把它们从由这些动力的运作来解释衍生现象的陈述中区别出来;第二,这种公理化说明使我们能够以一种纯粹客观的、最终是可操作的方式来确定:进化论可以充分地解释那些对进化现象的规律性描述,或者确定这些规律性描述是否构成了不能被进化论解释的异常或例外,这种异常是对进化论的否定,或表明进化论是不完备的。

二、威廉姆斯的进化论公理系统

下面是进化论的公理化说明。

2.1 原始术语

(1) “生物实体” 进化论或自然选择理论被普遍认为是关于“物

种”及其进化的理论。但是,对于“物种”的涵义一开始就存着极大的争议。如果以“物种”作为原始术语,就马上会引起关于“物种”本性的争论,并陷入其中而不能自拔。因此,需要确立一个原始术语来代替“物种”,而这个原始术语对于各种争议是中立的,或者说,它的涵义足以使在经验内容上不一致的争论各方能够共同使用这个术语来表达他们的分歧。“生物实体”可以用来指有机体、基因或 DNA 片段,也可以指涉生物种群。

(2)“是……的一个亲本” 这是一个表示关系的表达式,也称关系术语。可以根据生物有机体的繁殖的通常概念来阐释这一术语,也可以根据基因或 DNA 片段的复制或根据种群的起源来阐释这一术语,在最后一种情况下,整体种群被当作了“生物实体”。

2.2 有关进化的两个全称命题

公理 1. 不存在着这样一个生物实体,它是自身的亲本。

公理 2. 如果 a 是 b 的一个祖先,那么, b 不是 a 的一个祖先。

在公理 2 中,引入了“是……的一个祖先”这一术语,它可以由原始术语“是……的一个亲本”来定义。

定义 1. 如果 a 是 b 的一个亲本,或是 b 的亲本的亲本,或是 b 的亲本的亲本的亲本,等等(“等等”,可用以数学方法加以消除),那么,生物实体 a 是 b 的一个祖先。

应该注意,上面的两个全称命题或公理适用于所有进化论,不仅仅适用于达尔文自然选择理论,也适用于非达尔文进化论,例如拉马克进化论。

所有的生物实体必须满足这两个全称命题。而这两个全称命题也界定了进化理论范围,即所有进化理论(达尔文的和非达尔文的)都须满足这两个命题。

2.3 自然选择理论的公理化构造

2.3.1 构造表述自然选择理论的进化单位的术语

“生物实体”是上面两个适用于所有进化理论的全称命题的主词,

而不是表述自然选择的进化单位的术语。在此,用“生物实体”与“是……的亲本”来构造自然选择进化单位的术语。由于“物种”已引起诸多的歧义且含有诸如神创论等非进化论的意义成分,因而,在此不使用“物种”来表述进化单位。但是,对自然选择理论的公理化,必须能表达和评价使用了“物种”术语的那些进化理论或主张,或者说,也适用于使用“物种”的进化主张,因而在公理化系统中的术语与诸如“物种”这样的术语之间应该存在着直接的转换。

在此,使用“种宗”(clan)来表述进化单元。对于“种宗”的定义,必须满足如下要求:种宗是从有差异或变异的繁殖中发展出来的。同时,我们又必须能够谈论有机体的种宗、基因的种宗、种群的种宗。

可以根据原始术语以及逻辑和集合论方法来定义“种宗”。

定义 2. 一个种宗是一个集合,该集合由生物实体及其后代组成的。

可以通过识别生物实体以及这些实体之间的“是……亲本”关系,可以把一个种宗描述为系谱结构。如果仅有一个或数量极少的起始生物实体,而又有大量的发生了进步变异的后代,那么,系谱结构可能呈现出树状结构。这一树状结构的任何一个分支是种宗的一个子集,该子集也是由种宗的成员组成,这些成员是由“是……的亲本”这一关系所关联。由于自然选择理论主张不同的分支有着不同的进化命运,因而,再定义一个术语来指称一个种宗的子集是方便的,即亚种宗(subclan)定义。

定义 3. 一个亚种宗是一个种宗的一个或多个分支。

2.3.2 构造自然选择理论的公理

公理 3. 每一个达尔文亚种宗就是一个亚种宗。

这个公理所陈述的是,自然选择的单元,无论它们是什么,都是由一些生物实体组成,或等同于这些生物实体,而这些生物实体之间由“是……的亲本”这一关系联系起来。其中,“达尔文亚种宗”是自然选择理论公理化中的一个原始术语,也就是说,该公理体系不能给出这个术语的定义。但是,在体系之外,如果已经给出一个“达尔文亚种宗”的

者说 D_1 拥有优势适应度), 那么, D_1 在 D 中的比例将增加。

关于公理 6, 还有一些工作要做。首先, 需要在“生物实体的适应度”这一原始术语基础上来定义“一个次亚种宗的适应度”。但是, 这主要是一个使用数学的问题。其次, 必须明确规定“足够多”意味着什么, 也就是说, 多少世代才能使 D_1 在 D 中的比例或成员数量的增加成为 D_1 与其他次亚种宗的适应度差异及 D_1 成员数量的一个函数。适应度差异越小, D_1 在比例上发生变化所需时间就越长; 次亚种宗 D_1 的成员数量越小, 非选择性因素的变化就越可能延缓其比例的增加。另一方面, D_1 的优势适应度保持时间越长, 偶然性因素对其比例增加的影响就越小。

像物理学中的许多全称定律一样, 公理 6 只是断言了一个特定效应的发生而没有说明什么时刻发生以及发生的强度有多大。将该公理与热力学第二定律做一比较, 可以使我们更好地理解这一公理。从决定论或唯象的角度来看, 热力学第二定律只是断言了熵或热力学无序程度总是趋向于一个极限而增加, 而没有给出增加的速率或极限值。对于经历一个很长时期的大系统来说, 这样定律所断言的内容, 近似于对系统进行的随机或统计描述; 而对于这些定律的唯象描述的适用性以及对这些定律所断言的内容的例外或异常, 可以由统计原则加以解释。因此, 统计力学对于热力学第二定律的统计解释, 是关于在一个足够长时间里系统熵增加的概率性描述, 而这种描述并非不相容于短期内系统可能出现的熵减少现象。同样地, 公理 6 也是关于次亚种宗 D_1 在长时期范围内由于其优势适应度而导致比例增大的统计性陈述。

还要特别注意, 公理 6 并没有断言, 在任何达尔文亚种宗中一定存在具有优势适应度的次亚种宗, 甚至也没有断言, 一定存在着一个这样的达尔文亚种宗。公理 6 同样没有断言是否存在着可以在世代传递之间能够保持其优势适应度的次亚种宗。公理 6 仅仅断言, 如果存在这样的次亚种宗, 那么, 某些结果随之发生。对于具有优势适应度的次亚种宗在世代传递中如何保持其优势适应度, 公理 6 也没有表述或预设任何机制。

但是,下面的公理 7 却给出了存在性说明,即如果存在着达尔文亚种宗,那么,就存在着在世代传递中保持其优势适应度的次亚种宗,并且,该优势适应度足以影响该达尔文亚种宗未来特征。

公理 7. 一个达尔文亚种宗 D (D 不是处于濒临灭绝状态) 的每一世代中,存在着一个次亚种宗 D_1 , D_1 具有足够长时期的优势适应度,使得 D_1 相对于 D 而增加,并且,只要 D_1 没有固定不变,它就保持足够的优势使得它相对于 D 进一步增长。

在公理 7 中强调 D 不是处于接近灭绝状态这个附加前提是必要的,因为在一个经历少数几代就将灭绝的种群中,适应度的差异不可能保持足够长的时期以引起其中一个次亚种宗能有一个增长。还有更重要的一点就是,公理 7 没有给出关于遗传或其机制的说明。实际上,如果存在着许多遗传机制,无论这些遗传机制是同时启动还是不同时启动,公理 7 所描述的规律性都能得到承认。就此而言,如果适应度差异是作为没有任何物理基础的长时期的偶然结果在世代之间持续下来,那么,公理 7 就会得到承认。该公理甚至不要求适应度差异是完全遗传的,在相继的后代之间,只要适应度的值部分地相随传递,对于进化的发生就足够了。因此,这个理论体系对于遗传机制是中立的。而遗传机制却是所有反对进化的理论所必需的;并且,遗传机制本身也有待于进化解释。

以上叙述,仅仅是对威廉姆斯原始表述的简化,省略了其中数学的和集合论的外层结构,因此也就遗漏了威廉姆斯表述的严格性和表达力。有兴趣的读者可以查看原文。

三、遗传机制与自组织理论

许多生物学家和哲学家对威廉姆斯的公理系统提出异议,认为进化是变异积累的结果,遗传学才是进化的核心,威廉姆斯的公理系统不考虑遗传学不可能说明进化的机制。他们认为,应当首先阐明遗传学与进化论的关系,即把种群遗传学与自然选择理论联系起来,形成所谓

这一自组织的演化过程是非线性过程。但是,“流”与“力”是一种数学符号的抽象,它们的所指要视所描述的具体系统而定。耗散结构理论的创始人普利高津主要以化学反应系统为描述对象,“流”就是物质(分子)浓度梯度扩散流,“力”就是化学势。对这样的化学反应系统,我们可以把它想像为生命起源之前的物质系统的模拟。耗散结构的自组织过程及有序性的不断升级演化,是以物质分子的化学反应系统中各种分子局域浓度的时空演化、局域熵密度的时空演化来描述的。也就是说,如果生命的产生和演化,就是组成有机体的各种分子的浓度、熵产生、熵密度在一个化学反应体系中的时空演化的自组织过程(实际上,生命有机体的结构和各种生理活动无论多么的精致和复杂,终究不过是物质分子在浓度、密度、组成成分变化上的有序活动),那么,在此以分子性质解释说明生命现象,已迈出了可喜的一步。

在超循环理论中,所描述的是生物大分子 DNA 和蛋白质如何耦合为一个能够自我复制体系的化学动力学过程,这是直接针对满足进化公理系统的最低层次实体模型(能够进行自我复制的分子系统)的分子演化过程的动力学描述。地球上的生物,其形态结构、生理机制在不同的种类、不同的层次上存在着多样性,但在细胞中有着一种基本的分子机制,普遍性的遗传密码以及基本一致的“翻译”机制,其中,从 DNA 到蛋白质的合成的“翻译”过程有着数百中分子的相互配合。由艾根(M. Eigen)创立的超循环论认为,在生命起源和发展中的化学进化阶段和生物进化阶段之间,有一个分子自组织的进化阶段。可以这样认为,耗散结构理论企图解决的是化学进化的过程,而超循环论企图给出分子进化的过程。超循环论提出,DNA 与蛋白质耦合,构成超循环。这种超循环是一个自然的自组织原理,它使一组功能上耦合的自我复制体整合起来并一起进化。超循环可以通过趋异突变基因的稳定化,而起源于某种达尔文拟种的突变体分布中,一旦聚集起来,超循环将经过一个类似于基因复制的过程,进化到更复杂的程度。^[5]这意味着,自组织理论可以给出满足进化公理系统的最低层次实体模型(能够进行自我复制的分子系统)的形成过程的动力学机制。

简单性原则批判

肖显静

(中科院研究生院人文社科学院,北京:100039)

在科学的美学准则中,最重要的一条是简单性原则。它的历史悠久,最为科学家所重视,其他一些美学准则,如和谐性、对称性、统一性等等,大多数可以归结为简单性,或者说是简单性原则的引申。哥白尼、牛顿、爱因斯坦、海森堡等科学家就是应用简单性原则,创立了他们各自的理论,取得了卓越的成就,从而也使得他们和其他很多科学家把简单性原则当作是正确的,并将此广泛应用到对自然的认识中,当作构建、评价和选择科学理论的一个重要原则。自然是简单的吗?对自然的认识和描述应该遵循简单性原则吗?这些需要我们深入分析。

一、何谓“简单性原则”

简单性原则古已有之。根据历史的考察,概括此含义,可分为下面三个层次。

(一) 本体论意义上的简单性原则

大多数古代的哲学家和近现代的科学家都认为自然的本质是简单的,而不是复杂的。它主要表现在两个方面:一是物质构成上的简单性;二是物质运动上的简单性。在古代,前者体现在哲学家们把世界的本原归结为一种或几种物质或要素。泰勒斯的“水”、阿那克西美尼的“气”、赫拉克利特的“火”、德谟克利特的“原子论”、毕达哥拉斯的“数”等莫不如此。至于后者,则与古代人们对自然的认识有关。欧几里德

求物质的基本构成。如分子可以分成原子,原子可以分成原子核和核外电子,原子核又可分为质子和中子……由此走向无穷。二是认为整体或高层次的性质可以还原为部分的或低层次的性质,认识了部分的或低层次的性质,也就可以认识整体的或高层次的性质。

(4) 自然的祛魅 这与近现代科学的发展、机械自然观的形成紧密联系在一起的。近现代自然科学通过对世界的还原以及日益严格的数学和物理的解释,抛弃了有机论、目的论、非决定论,由此自然成为一个如机械钟表样精确的没有经验、情感、意志、目的等的存在。失去了生命意义和价值,自然也就变得单调和简单化了。^[3]

当然,自然的简单性除了表现在上述几方面外,还表现在下列一些方面:绝对时空观,时间的外在性、非生命性和对称性,自然的对称性、可逆性、相似性、最优性等。所有的这些方面都表明自然在本体论意义上是简单的。

(二) 方法论意义上的简单性原则

科学是对自然的认识。它是以自然观作为预设前提的。有什么样的自然观预设,就有什么样的对自然的认识方式。史前人类没有科学,没有文字,只有口头文化;没有现代人关于知识和真理的概念体系,没有任何自然规律的概念以及因果决定论的自然观,没有近现代科学所认可的那种事物间的机械的和物理的相互作用。他们只有通过想像来认识事物,认为宇宙中发生的事情是善恶两种力量作用的结果。因此,他们是用人格化的力量来解释事物的运动变化的。在他们的世界观中,拟人化的神对世界以及人类的干涉具有无限性,因此对任何事情不可能得到可靠的预测,世界成了一个反复无常的世界,自然现象被人格化和神化了,被看作是神意下的壮举。这与近代的科学世界观有着巨大的鸿沟。

到了公元前 6 世纪,在这样的神化自然观盛行的同时,一种新的哲学思维模式——古希腊哲学诞生了。在古希腊,科学处于萌芽状态,人们对自然的认识是以思辨和直观的方式进行的。他们探寻世界的成

构建着关于世界的理论,进行着控制世界的工作。这只有对世界进行祛魅,批判世界之精神的思想、泛灵论的思想以及宗教的思想,根除它们的所有影响,将作为知识和价值中心的上帝赶下台,以及建构新的认识论才有可能。

可以说,近现代科学正是在发扬光大了的古希腊机械论自然观的基础上进行的。伽利略拒绝了亚里士多德的内在目的论,坚持实验方法和数学方法,将研究转移到物质的外在物理特征上面,对事物进行机械论的因果解释。进一步地,牛顿坚持自然是简单的信念,对培根的归纳经验论和笛卡儿的数学唯理论做出了系统的综合,完成了经典力学的知识体系,确立了机械自然观。

这种自然是简单的信念,导致科学家们在对自然的认识方法上采用相应的简单性原则。具体体现在:在否定自然的非规律性存在的基础上,着眼于研究自然的规律性;在否认事物之间内在关系和整体与部分非加和性的基础上,遵循还原论的原则,通过认识部分来认识整体,通过认识低层次来认识高层次;在对自然进行祛魅以及否定人与内在认识对象之间的内在关系的基础上,不研究人与自然组成的系统和事物之间的内在关系,不研究事物的经验方面,而从外部通过实验和测量的方法对认识对象进行干预控制。^[4]实验方法是利用科学仪器,对自然进行干涉,纯化和简化、延缓和加速、强化和再现自然。这本身又是对自然的一种分离、简化和还原。而数学方法,或者是对自然的一种抽象,或是将人类思维所建构的数学体系应用到对自然的研究上,这是对自然的概括、纯化、简化和规定,舍弃了自然的定性的、经验的方面,或将自然的定性方面还原简化为定量的方面,使自然失去了它的丰富性,从某种意义上说更是对自然的一种还原简化。这两者虽然不能等同于方法论意义上的简单性原则,但是,体现了这一原则。

(三) 认识论意义上的简单性原则^[5]

这一原则是与上面两种简单性原则紧密相关的。既然自然是可以分离、还原的,而且可以通过还原简化的方法来认识,那么,所认识到的

自然规律也应该是分层次的,即通过对所认识对象的还原、简化,层层深入,逐步进入到事物更基本的组成和结构,这一般涉及更少的、更基本的要素,更能反映事物更深层次的本质的规律。又由于本体论意义上的简单性原则与自然的还原性是紧密关联的,所以,这样的规律就更能涵盖更广泛的经验内容。由此也使认识论意义上的简单性原则成为可能。

综合认识论意义上的简单性原则的含义,就是:在构建和评价科学理论时,要包含尽可能少的基本概念、公理和公设,在形式上要尽可能使用简单的数学语言、符号、方程,但在内容上要涵盖尽可能广泛的经验事实与表象。这一点为古代和现代的许多人所坚持。在古代,这方面首推亚里士多德。他在《形而上学》一书中说:“所包含的原理越少的学术比那些包含更多附加原理的学术更有益。”^[6]而这方面最著名的表述者,是14世纪唯名论哲学家奥卡姆的威廉(William of Occam),他认为,“能以较少者完成的事物若以较多者去做即是徒劳。”也就是说,在一门科学里,如能不以这种或那种假设的实体来解释某一事物,人们就没有理由去假设它。人们把他的这一思维原则称作“奥卡姆的剃刀”。后来马赫提出“思维经济原则”。主张把科学看作是一个“用最少的思维最全面地描述事实的”最小值问题。

到了近现代,上述认识论意义上的简单性原则受到很多科学家的普遍推崇。这方面的权威表述者当推牛顿。他在《自然哲学的数学原理》中写道:“如果你能从现象中发现两三个普遍性的运动原理,然后再告诉我们一切有形体的物体的性质与作用都是由这些明显的原理中产生的,那在哲学上是一个大进步,虽然这些原理的原因还没有发现出来。”牛顿的这些思想,被认为是认识论意义上的简单性原则的基本点:以尽可能少的、包含检验蕴涵的假说来解释一切领域内所有的已知事实。爱因斯坦更是推崇简单性思想,他认为:“一切科学的伟大目标,即要从尽可能少的假设或公理出发,通过逻辑的演绎,概括尽可能多的经验事实。”^[7]

上述三种简单性原则的实施结出了硕果:近现代科学所揭示的自

然的规律性、机械性、外在分离性、还原性和祛魅性等表明了自然的简单性,从而使人们认为自然的本质是简单的;粒子物理学和分子生物学的诞生和繁荣、近现代科学的快速发展和正确性表明方法论意义上的简单性原则的普遍有效性,从而使人们产生科学主义的信念,以致在其他领域,如人文社科领域中盲目应用科学方法,以获得对这些领域的真理性认识;而“日心说”对“地心说”的代替、牛顿力学对开普勒三定律的涵盖、爱因斯坦的相对论对牛顿力学的超越等都表明认识论意义上的简单性原则的有效性和正确性,从而使有些科学家从科学认识描述的简单性原则中寻找对事物的认识。所有这一切都似乎表明简单性原则的正确性,从而使现在的许多科学家和公众普遍认为,既然近现代科学的实践表明了上述三种简单性原则是正确的和有效的,那么,我们就有充分的理由相信这些简单性原则的正确性。实际上,通过深入分析,上述三种简单性原则并非是无懈可击的。

二、本体论意义上的简单性原则是不恰当的

如上所述,如果我们不考虑量子力学、系统论、混沌学、协同学、自组织理论等最新发展起来的科学,而将眼光放在以往的近现代科学上,就会发现,它们对自然的认识确实表明自然是简单的。^[8]但是,必须明了,近现代科学只是对自然界中有限对象的有限的认识,没有认识到自然的全部。考虑到这一点,我们就不能说自然的本质是简单的,而只能说,科学所认识到的那部分自然是简单的。(稍后的分析表明,就是这一点也不能保证。)至于科学没有认识到的那部分自然,其本质是简单的还是复杂的,要视进一步发展了的科学对自然的进一步的认识来确定。

这种进一步发展了的科学,有人将之称为复杂性科学。^[9]它主要是指随着科学的发展,在科学的某些领域或该领域中的一部分出现了与近现代科学所体现的简单性特征相违背,而与复杂性特征有着紧密关联或相一致的内涵。如对于混沌理论和分形理论,它们更多地体现了

具有规律性的现象也可以是复杂的。但是,就近现代科学所研究的规律而言,它与简单性有着更多的联系。

但是,如果我们深入分析,就会发现:当我们观察周围的世界时,更多地不是观察到世界的规律,而是看到了这些规律的展现——结果。这是两个不同的领域。“现象的展现——结果要比决定它们的规律复杂,因为它们并不遵守由规律展现的对称。展现了复杂的非对称结构的结果可能由对称的简单的规律来统治。”^[12]这就是说,我们周围的非对称的结果并不允许我们根据规律来推演。将事物分成规律和结果使得关于规律的理论对于理解世界是必要的,但远不是充分的。“世界的结构不可能只由自然规律来解释。”^[13]

由此我们可从两个不同的途径来研究自然。一种是更多地被自然的简单性和对称性所吸引,对要素进行分析,在更靠近自然规律的地方工作,以暴露自然隐藏着的对称性。^[14]这是粒子物理学家的着眼点,也是他们宣称自然简单性的基础。另一是对整体系统进行分析,更多地研究自然规律的复杂结果展现的非对称性,而不是规律自身,更多地被自然的复杂性而不是它的规律所吸引。这是生态学家和气象学家等的着眼点,也是他们宣称自然是复杂的基础。前者可以看作是研究自然的柏拉图途径,后者可以看作是研究自然的亚里士多德途径。不同的研究途径获得的是对自然的不同的认识。

(二) 关于自然的外在分离性和还原性

科学的新发展表明,自然界事物之间不仅存在外在关系,也存在内在关系。自然界事物之间的内部联系,不仅体现在量子力学中,而且也体现在生物学中。在传统的生物科学中,生物在自然内部进化,它只限于从自然界吸取能量和物质,只为着自身事物和其他物质需要而依赖自然。自然则是各种生物系统的选择者,而不是把各种生物系统结合为一体的生态系统。而在现代生态学中,“生态系统的关系不是两个封闭实体之间的外在关系,而是两个开放系统之间的相互包容的关系,其中每一个系统即构成另一个系统的部分,同时又继承整体。一个生物

系统愈是具有自主性,它愈是依赖于生态系统。事实上,自主性以复杂性为前提,而复杂性意味着和环境之间的多种多样的极其丰富的联系,也就是说,依赖着相互关系;相互关系恰恰构成了依赖性,而这种依赖性 is 相对的独立性的条件。”^[15]

至于还原性,当代自组织理论提出:它是站不住脚的。系统的性质并非各部分之和。整体和部分呈现复杂的关系,有的系统整体性质可以还原为部分特性,有的则不能。例如混沌就是系统的整体行为方式,它不能还原成部分特性,不能用分析——累加的方法去把握;复杂行为的展示不是因为它们是由原子或分子构成,而是由于它们被构成和组织的方式。单纯的电磁学的规律和物理学的万物理论(theory of everything)对于解释人脑的工作和大象的神经系统的工作就是不充分的。当然,自然的非还原性的表现还有很多方面,这里不再多说。

(三) 关于自然的祛魅

通过对自然科学的考察,我们发现,以大卫·格里芬为代表的建设性后现代主义所提出的泛经验论将经验赋予万物是没有根据的。在目前的情况下,将更多的经验赋予生物有机体是得到生物学的支持的。生物有智能、情感、文化、情感等吗?当然,定义这些表现是一件非常困难的事。不过它们有一些外在的行为效应,可以通过科学观察实验,检验这些行为效应,来判断智能等的存在。生物心理学、生物社会学就是依据这一原理来确认动物主体性的存在的。它们的研究表明:动物有智能;动物有文化;动物有情感;动物有思想。^[16]

将人类所具有的经验性赋予部分的自然界有一定道理。^[17]因为行为的复杂程度以及适应环境的变化能力确实是智能等的部分特征。现在我们已经将高智能给予星外来客,为什么我们不能将此有限度地赋予某些动物呢?这样一些动物与我们一起分享共同的进化历史,它们的细胞与我们人类非常相似,为什么我们有智能等而它们就不可能有呢?如果它们的行为足够复杂的话,我们可以推断动物存在思维情感等以及在某些方面具有和我们相同的个人体验。

的本质是简单的,并且可以用方法论意义上的简单性原则对引加以认识;反之,我们就不能说自然的本质是简单的,而只能说,自然的本质可能是简单的,也可能是复杂的,也就不能用方法论意义上的简单性原则对此加以认识。

问题是,这种复杂性能否约简为简单性呢?不能。从逻辑上说,如果某种复杂性能够约简为简单性,那么,这样的复杂性就不是真正的复杂性,而是隐藏着简单性实质的复杂性表象。科学实践比较充分地展现了这种情况的广泛性。之所以出现这种情况,原因很多。主要原因可能在于人类的认识能力是有限的,在认识的初始阶段,把简单性的现象当成了复杂性的现象,之后,随着科学的进步,又认识到了这种表观状态下的复杂性其实具有更基本的简单性本质。说到这里,有人会说,既然复杂性是由简单性演化而来的,那么,简单性就更应该是世界的本质。其实不然。“自然的复杂性是从简单性生成的”并不表明自然在本质上是简单的,它只是表明自然在它的最初阶段可能是简单的(就是这一点也存在争论。)。而且,通过下面的分析将会看到,复杂性现象不可由简单性原则和具体的简化方法——实验、数学方法来认识。复杂性不可约简为简单性。自然完全可以是复杂的。

三、方法论意义上的原则并非是普遍有效的

自然的复杂性对方法论意义上的简单性原则是一个打击。根据第一部分的论述,有什么样特征的自然,就应该采用与这种特征相适应的方法论原则和具体的方法去认识它。既然复杂性科学认识到了自然的复杂性,那么,针对这些复杂性的现象,我们就应该采用与之相适应的方法来研究。

对此,有学者提出不同看法。他们认为,复杂性现象可以通过方法论意义上的简单性原则和具体的简化方法加以认识,这种观点是不恰当的。复杂性科学对复杂性现象的研究发现:自然界中的复杂性不是简单性的线性组合,更不可能被简单性所覆盖,是不可以还原为简单性的。

如对于非线性系统,往往存在间断点、奇异点,在这些点附近的系统行为完全不允许做线性化还原处理。否则,就处理掉了非线性系统的非线性因素,从而也就人为消除了相关的复杂性行为。因为这些因素恰恰就是非线性系统出现分叉、突变、自组织等复杂行为的内在根据。

如果我们没有注意到这一点,一味运用简单性的原则和具体的简化方法对复杂性现象进行简化处理,约简为简单性,就会在简化自然的过程中,获得对自然的简单化的、不全面的、不正确的认识。如近现代科学在对自然进行认识时,关注的往往是简单性的现象,较少关注复杂性现象,没有发现或者忽视了复杂性现象。而且,即使在发现了复杂性现象之后,往往为了认识的有效性和可行性采用简化的方法对自然进行了简化,同时也为了追求认识的确定性,避免数学上的复杂性,对复杂性现象大多做了线性的简单处理,“把复杂性约化为某个隐藏着的世界的简单性。”^[19]具体表现在:把模糊性约化为清晰性,把非线性约化为线性,把混沌运动约化为周期运动,把分形对象约化为整形对象。^[20]如此造成自然的外在分离性、还原性和自然的祛魅,造成自然是简单的现象。实际上,这不能完全反映自然的本来面目。如对于伽利略的单摆等时性原理,通常是用一个其解可以线性叠加的线性微分方程来表示,但是,这一方程只在摆动角度很小的情况下才成立。当摆动角度增大时,就要用非线性方程来表示它了。所以单摆的等时性(线性关系)只是非线性振动的线性近似。

由此看来,将简单性原则应用到自然界中只是科学家认识自然时所采用的一个认识论的策略。虽然它的应用有时能够获得对自然的具有简单性特征的那一部分的正确认识,但是,它对自然的简化不能反映自然的复杂性方面,不能保证对所有的自然,尤其是复杂系统,都能够获得正确的认识。

为了获得对复杂性系统的真理性的认识,我们在对自然界中的复杂现象进行研究时,应该从简单走向复杂、从线性走向非线性、从整形走向分形……用一种复杂性的思维代替简单性的思维,针对复杂性现象的特点,用新的适合复杂性系统所具有的特征的特定的方法去认识

事物,以获得对自然界的完整准确的认识。为此“必须抓住复杂性的本质特征,抓住被经典科学简化掉的那些产生复杂性的因素,按照不同于经典科学的思路建立全新的模型。”^[21]

如复杂性科学认为事物之间存在内在的联系,是一个有机的整体。对系统和要素进行研究时就既不能像近现代科学那样采用分割的方法,也不能像近现代科学那样,认为所有的原因都是侧向和向上发展的,应该从同层次的或低层次的实体那里为高层次的实体寻找原因。而应该换一种思维方式,用整体的观念去观察思考问题,在对部分(低层次)运动的起因进行研究时,就必须要从与之相比的同层次、低层次或高层次那里去寻找。实际上,高层次可以成为低层次的原因。这种规律之间的相互关系称为向下的因果关系(downward causation)。还原论者向来否认向下的因果关系。其实,随着科学的发展,这样的因果关系是不难设想的。

自然的经验性也表明近现代科学对自然完全祛魅,从而不研究所有事物的经验的方面,如情感、意志、语言、智能、文化等是不恰当的。^[22]对于有些事物,如动物和某些植物等,可以对它们的这些方面进行研究。当然,这里是否应该遵循我们研究人类所具有的这些特征所运用的方法是值得探讨的。

再比如说,复杂性科学承认自然界是存在目的性的。为此需要 we 采取一种新的认识方法。在近现代科学中,对事物的解释采用的是因果解释框架,认为,“过去是运动的决定性的原因”。而在自组织系统中,目的性概念反映的是一种“未来的决定性”,^[23]即当下的还不存在的终极状态或目标对系统起着现实的“吸引和引导”作用,使得系统朝着终极目标和状态迈进。在此过程中,不仅存在着原因对结果的现实作用,而且存在着结果对原因的作用、发生着原因和结果之间的相互作用,这是因果观念的一次革命性变革,相应地需要我们进行认识方法上的变革。

总之,在复杂性科学那里,事实与价值、主体与客体、决定与偶然已不是非此即彼,人们对其已有了新的理解。它表明,近现代科学发展过程中的以人类所预设的简单性原则去规定自然和人类对自然的认识,不

认为“逻辑上简单的东西,当然不一定就是物理上真实的东西,”^[25]即不主张简单性就等于真理性,但是,在他那里,认识论意义上的简单性原则确实是一个有助于认识真理的原则。可以毫不夸张地说,爱因斯坦一生的科学活动非常成功地实践了简单性原则,卓有成效地得到了几个普遍的基本定律,并由此用单纯的演绎法建立起新世界体系。

德国物理学家海森堡也认为简单性原则可以作为科学假说可接受性的标准。他认为,量子力学尽管无法说出原子介于两个状态的中间状态究竟是怎么样的,但自然界所显示的数学体系的简单性足以强烈的吸引我们。他说:“我相信自然规律的简单性具有一种客观的特征,它并非只是思维经济的结果。如果自然界把我们引向极其简单而美丽的形式——我所说的形式是指假设、公理等等贯彻一致的体系——引向前人所未见过的形式,我们就不得不认为这些形式是‘真’的,它们显示出自然界的真正特征。”^[26]海森堡在谈到简单性时,还注意了它与“思维经济”的区别。他强调,这些简单的形式是自然界显示给我们的,它必定会有进一步的后果。它应当有可能导致一系列实验,而这些实验的结果是能够事先由理论加以预测的。一个人不可能什么事都靠实验去试一试,因此它可以指望借助简单性原则来达到实在。

由此可见,在近现代科学那里,认识论意义上的简单性原则的实施更多的是看作与获得真理性等同的。但是,这一点并没有得到更多的论证。通过下面几点分析就可看出。

(一) 万物理论的困难

可以说,找出一个可以用来解释所有自然力的理论是物理学家一直追求的。牛顿的经典力学理论用万有引力将天上物体和地上物体的运动统一了起来;麦克斯韦创立的经典电磁学理论统一了电学和磁学,而且进一步统一了电磁学和光学;爱因斯坦创立的狭义相对论将宏观低速的物体的运动和宇观高速的物体的运动统一了起来。

所有这些比较充分地说明:“根据较少的统治自然的力的规律去进行解释的模式,并最终达到一个统一的规律,是物理学家把世界看作是

简单的核心，”^[27]沿着这一思路，现在的粒子物理学家们正在致力于创立万物理论。所谓的万物理论也可以称作统一场论(unified field theory)。它能够统一解释迄今为止所发现的基本粒子之间存在的4种相互作用——引力相互作用、电磁相互作用、弱相互作用、强相互作用，并且能够将所有的统治自然的基本相互作用压缩到一个自然规律中，导出各种基本粒子的质量，并像弱电统一理论那样预言其他粒子。由于自然中的所有事物都可以根据成对粒子间的相互作用来分析，所以，4种基本相互作用可以看作是所有运动的来源，可以说明自然界中的所有层次物质的运动。也正因为这样，能够统一解释4种相互作用的万物理论也就能够说明所有物质的运动，推导出其他自然界的规律，获得对世界的最终理解。这也是我们将此理论称作万物理论的原因。

从上面的论述可以看出，如果万物理论被找到，并且证明它是正确的，那么，就是对认识论意义上的简单性原则和自然是简单的命题的强有力的支持。否则，我们就不能肯定自然是简单的或肯定认识论意义上的简单性原则绝对正确。

对万物理论的追求取得了一定的进展。格拉肖、温伯格和萨拉姆根据规范场理论建立了弱电统一理论，统一说明了弱相互作用和电磁相互作用，从中预言了W粒子或Z粒子的存在，并且通过了实验的检验。之后，人们试图进一步建立统一电磁相互作用、弱相互作用、强相互作用3种基本作用的理论。结果是建立的这样的理论有很多，但哪一个理论比较正确不能确定。至于建立将4种作用相互作用统一起来的万物理论，就更加复杂了，其正确性也更难验证。如现在最让科学家感到有希望的能够统一自然界中4种基本作用的理论——“超弦理论”，就引用了10个维度——9个空间维度和1个时间维度，其中有6个维度的尺寸小于 10^{-33} cm。由于超弦的尺寸太小了，就算有一个像星系一样大的粒子加速器，也不可能探索到超弦的尺寸，以实验证明它的存在。况且，在物理学家中，对超弦理论的评价也是莫衷一是。

这就是说，即使我们创立了一个万物理论，我们也没有办法证明它是正确的，从而也就不能肯定它正确解释了世界上的万物。由此我们

证的情况下(非欧几何的创立表明了这一点),运用人们所发明的而非完全发现的思维产物——数学(这一点体现得越来越明显),对自然加以规定的结果。这本身不能保证依此所构建的科学理论的正确性。

而且,在评价与选择科学理论时,简单性原则也是一个重要原则。此时,依此所选择的科学理论的真理性的也不能保证。下面举例说明。

黄铜棒的温度和它的长度之间有什么样的关系呢?这首先要进行实验,然后在此基础上,建构和选择科学理论来反映这种关系。

如对于黄铜棒所进行的实验结果为:在室温为 20°C 时,棒的长度是 1.000m ,然后棒被加热,并且每隔 5°C 时,测量它的长度。长度与温度的对应图示为下表:

实验序列(次)	1	2	3	4	5	6
温度/ $^{\circ}\text{C}$	20	25	30	35	40	45
长度/m	1.0000	1.0001	1.0002	1.0003	1.0004	1.0005

在长度和温度之间有什么样的关系呢?如果我们用理论来描述这些关系,那就是要求这一理论与观察的现象相一致。根据这一原则,对于上述实验所获得的同一现象应该有多个理论对它加以说明。典型的有下面图示的3种。^[28]

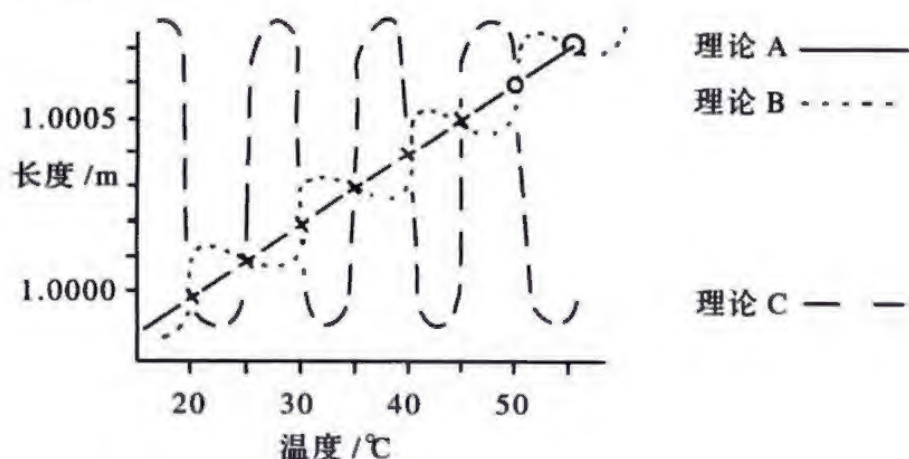


图1 解释和检验一组实验数据的理论可以有多种

ISBN 7-302-08560-9



9 787302 085607 >

定价：30.00元