

科学全球化

马瑞克·科维克

(波兹南大学, 波兰)

摘要 国家科学系统已融入全球科学系统, 各国尽其所能利用全球知识以满足国家经济需求, 然而只有科学家才能获取和利用丰富的全球知识。因此, 国家的研究能力依赖于个体科学家的研究能力, 他们进行国际合作和利用全球网络科学的能力是关键。全球科学之不断发展、自下而上、自治、自我监管和以自我为中心的本质需要更深层次的理解, 了解其动态的最好方法为探讨是什么推动了学术科学家的工作。笔者对全球科学作为一个主要由私人管理和规范性自我调节的机构与全球科学作为全球集体公共产品的贡献者之间的对比特别感兴趣, 科学由国家驱动而非好奇心驱动的观点是难以成立的。在实证方面, 本文使用 2000—2020 年的发表、合作和引文数据来描述科学的全球化。科学的全球化意味着两种不同系统类型中的两种不同过程: 科学增长在西方世界几乎完全归因于国际合著的发表, 在发展中国家则是由国际合著和国内发表推动的。全球科学网络为新来者(国家、院校和研究团队)带来难以置信的机会。全球系统嵌入科学家自己制定的规则中, 并作为一个自组织系统进行维护, 民族国家在其科学政策中还有另一个主要的全球层面需要考虑。科学全球化为嵌入国家科学结构和参与全球网络的科学家提供了更多的代理权、自主权、合作性和自我监管。

关键词 科学全球化; 全球科学系统; 国家科学系统; 科学家; 院校

中图分类号: G644.052 文献标识码: A 文章编号: 1671-9468(2022)01-0002-34

DOI: 10.12088/pku1671-9468.202201001

一、导言: 新兴的全球科学

在国家层面, 科学由两个独特且异质的系统组成: 全球科学系统和国家科学系统(Marginson & Xu, 2021)。国家科学系统已经嵌入全球科学系统, 尽管

作者简介: 马瑞克·科维克(Marek Kwiek), 男, 波兹南大学(University of Poznan)教授, 社会科学
与人文高级研究所(Institute for Advanced Studies in Social Sciences and Humanities)所
长, 联合国教科文组织机构研究和高等教育政策教席(UNESCO Chair in Institutional
Research and Higher Education Policy)。

致谢: 作者衷心感谢罗兹卡(Wojciech Roszka)博士提供的研究帮助, 也感谢科学和高等教育部
(Ministry of Science and Higher Education)的支持(Dialogue grant 0022/DLG/2019/10
[RESEARCH UNIVERSITIES])。

各国出于不同的原因,最主要的是为了提高经济竞争力,尽其所能地利用全球知识满足本国经济需求。然而获取和利用全球的丰富知识,只有通过科学家才能实现。因此,除了其他因素,国家的研究能力取决于个体科学家的研究能力——他们的国际合作能力和利用全球网络科学的能力是关键。

科学运行方式的全球变化是根本性的,对这些转变的描述比比皆是(Adams,2013;Gui,Liu & Du,2019;Wagner,2008;Wang & Barabási,2021)。在过去的 100 年里,随着全球科学努力的日益多样化,全球科学版图发生了变化——从 1900 年代美国东北部、英国和德国的绝对主导地位到 20 世纪下半叶美国沿海和欧洲大陆的领导地位,再到 21 世纪亚洲的迅速兴起(Dong et al., 2017, 1444)。全球科学系统目前显示出一个更大、更具竞争力的多中心核心。在社交网络分析方面,以盎格鲁-撒克逊国家为主导的两极科学世界正逐渐被包括欧洲、北美和亚太在内的三极世界所取代。

因此,过去三十年出现的是“一个真正的全球科学系统”(Melkers & Kiopa,2010, 389)或“多极科学世界”(Veugelers,2010),其中科学劳动力的分布不同,国际合作的新趋势已经出现,传统科学强国和新进入者之间发表影响的分布每十年就会有所不同。科学正日益成为一个由发达国家和欠发达国家组成的全球系统,科学的全球联系对两者都变得越来越重要(Barnard,Cowan,Arranz & Müller,2015)。全球科学的深度和广度不断加强,全球科学网络的规模也在扩大。科学的全球化意味着有越来越多的国家参与国际研究合作,国家之间的联系比以往更密切,从而导致去中心化(decentralization)(Gui et al., 2019)或科学的多元化(pluralization)(Marginson,2018)。合作仍然由美国、英国、德国和几个欧洲国家等科学超级大国主导,但科学正在兴起的国家——尤其是中国、然后是巴西和韩国——在全球科学网络中的影响力越来越大。传统的英美学术霸权在日益多的学术领域正受到新进入者(Marginson & Xu,2021)的挑战。

全球科学的新兴图景与关于科学工作如何运行以及它由哪些基本层面组成的传统观点有本质的不同;具体而言,全球科学网络挑战了科学与民族国家(Kwiek,2005)和福利国家(Mattei, 2009)之间关系的传统解释。笔者研究了全球化压力下大学与国家之间不断变化的关系,但主要关注全球化对公共服务、福利国家架构和资金的影响,本文将高等教育视为公共财政的重要诉求者,并分析高等教育与福利国家其他部分的直接竞争(Kwiek,2005),而不是科学的全球化本身。

从全球角度看,有关科学全球化研究逐渐发展最重要的因素可能是可获取的学术投入和产出的数字化数据——研究资金、生产力、合作、论文引用和学术流动性的数据——越来越多,这为探索科学的结构和演进提供了前所未有的机会(Fortunato et al., 2018)。如果无法访问全球数据,就不可能从全球角度研究科学家、院校和思想的全球网络、科学的新进展、学术职业的动态、团队科学的作用或引文动态。目前,科学的全球化在不同的概念标签和研究议程下进行

了探索:科学的科学(Fortunato et al., 2018; Wang & Barabási, 2021; Clauset, Larremore & Sinatra, 2017; Zeng et al., 2017)、元研究或关于研究的研究(Ioannidis, 2018)、定量科学研究和科学技术及其指标研究(Glänzel, Moed, Schmoch & Thelwall, 2020)等等,相关领域的贡献如科学计量学、信息计量学、科学经济学和科学社会学。作为大数据革命的一部分,社会科学被认为正在进入一个黄金时代,随着跨学科团队的兴起,这些团队正在利用可用数据和计算能力的爆炸性增长(Buyalskaya, Gallo & Camerer, 2021)。换言之,在科学领域,全球化驱动的大数据革命被用来研究科学本身的全球化。

二、全球科学与民族国家

一般来说,在过去的四百年里,科学受到两大潮流的影响:国有化(nationalization)和非国有化(denationalization),后者通常被称为“全球化”(Crawford, Shinn & Sörlin, 1993)。在不同层面,一种或另一种趋势在科学领域占主导地位。尽管面临全球化的压力,国有化趋势仍然强劲的主要原因是高等教育、科学职业道路、知识生产机构和研究资金等绝大多数是国家的。因此,全球科学具有很强的国家相关性。没有用于研究和培训的国家资金基础,就没有全球科学——全球科学需要国家资金来维持研究基础设施的运行和人员成本。同时,正如弗里曼(R. B. Freeman)所言,科学和工程知识的全球化是“现代全球化最有力的方面”(Freeman, 2010, 393)。

科学与民族国家之间的关系历来是牢固的,因为民族国家是研究的主要赞助者和资助者。然而瓦格纳(Caroline Wagner)等人的研究表明,科学向全球的转移实际上挑战了科学与国家之间的关系(Wagner, Park & Leydesdorff, 2015, 11—12)。自冷战结束以来,科学资助与体现于民族国家的国家认同之间的关系发生了很大变化——国际合作的增长正在使科学与国家的科学政策目标脱钩(Wagner et al., 2015)。

由此,科学主题的全局化关注了全球科学与国家主权之间的张力,并从科学社会学的角度来看待,特别是在默顿传统(Mertonian tradition)中。科学社会学家描述了科学界运作的四种规范:普遍主义(universalism)、无私利性(disinterestedness)、公有性(communalism)和有组织的怀疑(organized skepticism)(Merton, 1973)。正如科学的历史社会学(Mallard & Paradeise, 2008)所描绘的那样,真正的科学家本质上应该是世界主义者(cosmopolitan figures)——默顿规范(Mertonian norms)旨在准确描绘“科学真正起作用”的方式。与政治不同,科学被描绘成无私利的和客观的;与宗教不同,科学被描绘成怀疑的。然而正如笔者特别强调的那样,罗伯特·默顿(Robert Merton)是在冷战背景下发展其思想。在冷战的背景下,美国的科学实践与苏联的科学实践有着根本不同,其思想最初是在第二次世界大战期间发展起来的。因此值得注

意的是,科学社会学中的默顿传统及其对理想的科学和理想的科学家在理想的贤能主义社会环境中工作的愿景,以及科学中社会分层基础的明确规则,在很大程度上嵌入了一个特定的历史背景(Kwiek,2019a)。

在默顿某种程度上的理想描述中,科学被视为一种好奇心驱动和无利益追求的系统性探索,其最终目标是寻找真理,而不考虑政治、社会或文化利益(Cantwell & Grimm,2018,130)。然而,正如科学经济学所表明的,科学家和大学对激励措施的反应,甚至科学系统的相对工资这种基层特征,或者学术职业的起薪与其他专门职业相比,对于谁从事科学工作和谁不从事科学工作都有影响(Stephan,2012,5)。对科学的自我选择决定了它的未来,因为在大多数高等教育系统,跨部门的流动是罕见而且被低估的。

承认和声誉是科学的关键,既是目的本身,也是获得继续从事科学之资源的手段。科学家获得奖励不是因为他们的努力(例如花在研究上的时间),而是因为他们的成就——在出版物中被报告的发现,这些发现最好在科学界及其他领域具有很高的影响力。斯蒂凡(Paula E. Stephan)描述科学的本质不是赢家通吃的竞赛——其中第二名或第三名没有奖励,而是作为一种锦标赛——其中失败者也可获得某些奖励,尽管未能获胜,也能使个人参与科学游戏(Stephan,2012,29)。然而,在薪酬方面,研究领域的佼佼者们在学术领域收入最高的学者中明显占了过多的比例,至少在所研究的10个欧洲国家科学系统中是这样(Kwiek,2018a)。

某些分析人士强调全球维度在科学中的关键作用,而其他人士则指出国家维度——在不断变化的国家政治之下——可能会反弹回来。从坎特维尔(B. Cantwell)和格芮姆(A. Grimm)所言“学术科学的地缘政治”的角度来看,国家之间有两条突出的竞争路线:竞聘那些在国际上流动的研究人员和竞相发展最强的研究型大学。世界一流大学计划使得资源集中在被选中的精英大学和某些学科内,可能导致其他大学和其他学科的公共资金被剥夺,并可能使高等教育系统在一小部分世界级的精英院校和一大批吸纳入学需求的其他院校之间分化,从而加大了高等教育和学术科学的垂直分层(Cantwell & Marginson,2018;Marginson,2016)。学术科学一方面被描述为一个全球性的合作企业,另一方面又成为“一种民族主义努力,旨在加强相对于竞争对手的国家实力”(Cantwell & Grimm,2018,144)并伴有紧急的态势。在他们的叙述中,现在我们可能正进入一个“文化—经济民族主义加技术—信息全球主义”的时期,还伴随着“为国家目的而获取全球技术发展的收益”的持续紧张状态(Cantwell & Grimm,2018,145)。

高等教育的国家地缘政治可能与学术科学中的民族主义携手并进,在全球大学排名推动的军备竞赛背景下,国家利益和国家目的具有重要意义。如今科学全球主义最终遇到了科学民族主义,但这两种逻辑已长期共存,植根于现代科学的理念并伴有根深蒂固的隐喻——前者是“科学共和国”,后者是“国家创

新体系”。支持科学的理据一方面是应对重大的科学挑战和促进国际合作,另一方面是支持全球竞争力以及社会和经济意义(Sa & Sabzalieva, 2018, 153)。

全球的研究型大学“在民族国家的控制之外运作,给各国政府带来新的政策困境”(Mohrman et al., 2008, 15)。在科学全球化是其中一部分的全球化压力下,民族国家比以往更不能控制自己的命运——更依赖大学的知识生产及其人力资本,包括战略研究领域的博士生和博士,他们对国家、经济和社会发展都至关重要。世界一流大学是当今全球化程度最高的社会机构之一,而国家的研究环境和资金投入也具有相当大的意义。这种张力显而易见,因为研究能力是全球性的,但国家对研究和研发(R&D)的资助在维持这种能力方面却发挥着关键作用。

西蒙·马金森(Simon Marginson)对“以国家为中心”的全球化(伴随着国家之间无休止的竞赛)和“世界体系”的全球化(充满活力地独立于国家并超越所有国家)进行了有用的区分,后者不仅鼓励全球趋同,还鼓励融入最终逻辑是民族国家解体的单一系统。在科学领域,融入单一系统的情形已经发生——全球科学在实践中“不能再完全局限于一个国家或束缚于国家边界。……各国和世界一流大学(WCUs)必须在这些它们既无法逃避也无法完全控制的全球系统中占据有利地位”(Marginson, 2018, 73)。因此,马金森认为,高等院校最好被理解为与国家有着不可避免的联系半独立机构;相比之下,世界级的院校也最好被视为与国家和全球科学都无法脱钩的半独立机构。因此,顶级院校显然具有双重忠诚——忠诚于主办并且仍然主要资助它们的民族国家,以及忠诚于拥有其严格的规则和在院校层面以排名导向定义成功的全球科学。

三、全球科学网络如何运作

全球科学系统的发展有其自身的网络形成动态。研究和学术探究由规则、惯例、知识产权所构造,以及一方面是出版商的业务议程而另一方面是大学同僚的学术把关使之形成体系(Marginson, 2018)。国家科学和全球科学都由大学的层次所构造,具有声望和资源的大学产生的知识要比其他地方产生的知识具有更高的知名度和地位。因此,虽然全球科学是在大多数院校、国家、语言和学科中产生的,但其最大的影响来自世界一流大学的发表,这些大学主要位于盎格鲁-撒克逊国家,在科学、技术、工程领域、数学和医学(STEMM)学科以英语发表。

该网络被认为是世界舞台上一个新的科学组织——它增加并补充了国家科学系统。这些网络按照明确的规则运作,“它们是自下而上而不是自上而下生长的。网络随着它们的成长和演变而变得复杂。他们的组织由力量和结构驱动——优先连接(preferential attachment)和优势积累(cumulative advantage)、信任和社会资本创造,以及引导科学家共享数据和交换信息的激励

系统”(Wagner,2008,105)。也许对于未来最重要的是,全球的政策制定者必须首先了解变化的动态,以便能够管理国家科学系统;只有这样,才能为科学家制订激励措施,并巧妙地将他们纳入国家对科学的承认和奖励制度。从了解全球动态到在国家系统内激励科学家个人,使他们在科学领域的所作所为至少反映一些国家科学政策的优先事项,还有很长的路要走。

主要的问题是如何将一个地方的学术知识生产与这种生产所产生的利益联系起来,因为“支持研究和收获其益处之间的联系可能相当脆弱”(Wagner,2008,107)。全球科学之不断发展的、自下而上的、自主的和自我监管的特性,需要对其发展的某些方向有深刻的理解和巧妙的支持,例如,与其他方向相比,更倾向于本地应用。原因很简单:科学中的网络“不能被控制,只能被引导”。这些网络根据科学家的需求和向他们提供的激励措施而不断发展。然而重要的是,这些需求和激励措施往往“围绕着对最广义上承认的渴望”(Wagner,2008,118)。理解全球科学动态的最好方法是理解学术科学家工作中的驱动力,其中对学术承认机制的理解是最重要的。需要注意的是,科学中的承认是一个相当脆弱的社会和专业机制。

笔者对两种对立观点之间的根本对比特别感兴趣:全球科学作为一个主要由私人治理、网络化和规范上自我监管的机构(King,2011,359)和全球科学作为全球集体公共产品的新兴贡献者(Marginson,2018;2021)。在投入方面(或者说激励科学家进行科学研究的因素)和产出方面(或者是科学研究工作的结果和成果),两者之间存在明显的张力。随着全球科学越来越离开政府的视线(King,2011,359),它可能正转向一个更加私密的领域——“一个具有社交性而非主权性的领域,其特征是松散的联结和好奇心驱动的科学志向”(King,2011,359)。全球科学的主要驱动者是那些希望与最优秀的同行合作的个体科学家(Royal Society,2011)。研究中的合作是好奇心驱动的,并反映“个别科学家对声誉和承认的雄心壮志,不仅仅是作为追求自己研究议程的一种手段”,而新的通信技术促进了“主要是私人”形式的全球合作(King,2011,360)。换句话说,如果他们愿意,科学家可以根据自己的意愿、在他们希望的领域进行越来越多的合作,从历史的角度来看,这种大规模的合作是未曾有过的。

在学术环境中,将全球科学与国家的军事和经济竞争力、国家经济政策和科学优先事项联系起来正变得越来越困难,因为全球科学意味着在合作的方式和强度方面从根本上增加个人自主性。认为科学是一种由国家驱动和依赖国家的强大力量,而非主要由好奇心驱动和依赖科学家,这种想法相当难以持久。全球科学正从科学民族主义转向科学作为一种公共品,同时服务于数以千计的科学家和学者个人的科学抱负。

在金(R. King)的论述中,科学的自我监管和协作过程被概念化为超越政府监督的网络(King,2011,362—367)。全球科学是一个不断涌现的系统,因为它是众多的个体科学家和学者相互依存的、个人的以及去中心化的规范性决定的

结果。科学是由“再生产着规范和标准的那些互动中的个人和网络”所组成,这些规范是允许什么和不允许什么的原则,而规则表明哪些方向和程序是可取的而哪些不可取。“科学家形成了一个道德共同体,对适当的行为有着一致的看法”(King, 2011, 365)。显然,治理这个异质性共同体并引导其学术行为,包括合作和发表行为,是一项棘手的事务;然而,若有一套深思熟虑的激励措施,对国家政府来说,也并非不可能。

通过科学家众多分散的个人选择的积累,产生的是对全球研究标准的趋同。金强调,在全球科学中,其新奇之处在于它“在很大程度上是在民族国家的背后发生的,尽管有强大的政治言论支持科学民族主义在知识经济中经济竞争的必要性”(King, 2011, 367)。要理解全球科学体系的新动态,就必须理解个人动机在科学领域的声誉和尊严的作用。“科学作为一种社会建制,总是需要来自那些有雄心和提升职业生涯的研究者的能量和创新”(King, 2011, 367)。全球科学网络是个人地位和职业生涯的完美构建者(Marginson, 2021)。

科学中的合作往往涉及成本,也就是需要时间和资源作为投入。合作不能脱离科学中的奖励制度,以及它们如何运作及其主要激励措施。在具有强大激励机制的系统中,合作增长较快;而在激励机制有限的系统中,合作增长较慢^①。科学领域更多的合作要么反映于科学声誉的建立方式,要么是在基于竞争性研究提案的研究资源竞争中的全国性分配方式(Engels & Ruschenburg, 2008)。随着时间的推移,国家科学系统中的国际主义者(或在研究中进行国际合作的科学家)的比例增加,本土科学家(或不进行国际合作的科学家)的比例减少(Kwiek, 2020b);研究的国际化程度在欧洲尤其高,这在对11个欧洲国家科学系统的研究中有所显示(Kwiek, 2015; Kwiek, 2018c)。

科学家——特别是那些富裕系统中的精英层——似乎越来越像自由行动者(*free agent*),在瓦格纳所谓的从“国家系统”(national systems)到“网络化科学”(networked science)的总体转变中,精心选择研究合作者,并在全球网络中自由流动(Wagner, 2008, 25)。根据瓦格纳的说法,“当科学家在实验室的长凳上和电脑前工作时,国家威望并不是激励他们的因素。……科学家为他们的工作和想法在社会网络中寻求承认”(Wagner, 2008, 59)。准确地说,新兴的全球科学系统越来越依赖于金所说的“职业生涯提升型研究者”(career-enhancing researchers),他们为自己在科学领域的工作寻求承认。如果不能在本国科学系统中获得这种承认,他们可能会选择迁移到其他系统或放弃学术科学。

全球科学中“累积不平等”(cumulative inequality)的机制意味着富有者在声誉、被引用、研究资金和人员方面变得更富(King, 2011, 368),而且全球科学

^① 欧洲的新欧盟成员国就是一个极好的例子,其增长缓慢与奖励制度中的有限激励机制有关。见笔者论文中的EU-15/EU-13比较(Kwiek, 2020a)。

中学术职业的垂直分层造成了“富人”和“穷人”之间的鸿沟^①(Wagner, 2008, 1)。这些新的不平等因不同国家、学科和不同的语言产生的知识所生成的价值而加剧,这反映于主流的引用模式。

随着国家束缚在科学研究中的减弱,个体科学家的作用和个体动机似乎增加了(Kato & Ando, 2016),个体科学家在“声望经济”或“声誉经济”中激烈竞争,涉及“争夺资源和优先权”(Whitley, 2000, 26)。除去其他因素,全球科学的发展是个体科学家寻求其研究成果和影响力最大化之理性选择的结果(Hennemann & Liefner, 2015, 345)。优先连接现象——即“寻求与已建立联系的人建立联系”(Wagner, 2018, 76)——指导科学家跨系统和机构的合作行为。一位科学家的声誉日隆(以及相连带地获得关键资源,如数据、设备和资金),意味着“其他研究者越来越有可能希望与他建立联系”(Wagner, 2008, 61)。高产科学家从其他地方吸引了类似的个体(King, 2011, 368)并且围绕这些全球科学领域的关键人物建立了国际网络,而他们极具吸引力,因为他们提供知识、资源或两者兼有(Wagner, 2018, 70),同时要考虑主要的性别差异:一是比起女性科学家,男性科学家在总体合作较少的情况下,国际合作更多(Kwiek & Roszka, 2020);二是男性和女性科学家都倾向与男性科学家进行更广泛的合作(Kwiek & Roszka, 2021)。

四、关于科学全球化,全球数据告诉我们什么

本部分利用选定的发表、合作和引文数据这些应用于全球化进程的几个维度,简要描绘科学的全球化情况。除非另有说明,所用的时间框架是2000—2020年,数据来自Scopus(2021)及其SciVal(2021);所分析的25个国家/地区是截至2020年全球最大的知识生产者(排名前25位,仅限于文章)。

(一) 科学全球化 vs 院校、院系和个体科学家

参与学术知识生产的科学家在其印刷出版物中留下了他们活动的痕迹;我们对科学全球化的认识通常基于众多异质数据来源(传记的、行政的、财务的、发表、引用、合作等),这些出自不同层面(从科学家个人的微观层面,到院校的中观层面,再到国家和地区的宏观层面),产生于不同方法(从访谈到调查,再到文献计量数据集的分析)。科学的全球化可以通过时间、主题、地理和网络分析进行追踪,通过不断扩大的全球索引出版物的数据库或者追踪年代、国家、院校、研究团队和科学家个人以及学术学科,同时也有通常讨论的所有局限性。

追溯科学家的全球索引出版物,可以揭示研究的集中度,从个体到院校、再到国家的所有层面。在世界上大约20 000家活跃的机构中(Scopus, 2021),参

^① 参见笔者关于不平等和社会分层在科学中的作用的专题论文(Kwiek, 2019a)。

与竞争性全球学术知识生产的不超过 1 000 家。Scopus 数据库的 SciVal 平台显示,在 2015—2020 年,参与全球学术出版的学术机构总数不超过 9 000 家,为 8 633 家(SciVal,2021)。与之相伴的还有来自企业(6 130)、政府(2 523)、医疗(1 859)和其他(797)部门的机构。在分析的时段内,全球知识生产的最大份额来自学术部门,其次是政府和企业部门。企业部门最大的知识生产者 IBM,三星、微软、葛兰素史克和阿斯利康位列前十;参与全球学术发表的前 50 家企业机构包括辉瑞、英特尔、默克、西门子、诺华、强生、空客集团、拜耳、ABB 集团和赛诺菲—安万特等跨国公司。在政府部门中,产量最高的是中国科学院,法国的 CNRS、俄罗斯科学院、意大利国家研究委员会和美国国家卫生研究院位列前十;在医疗部门中,产量最高的是明尼苏达州罗切斯特的梅奥诊所(Mayo Clinic),马萨诸塞州波士顿的达纳—法伯癌症研究所(Dana-Farber Cancer Institute)位列前十。总的来说,从全球角度来看,学术部门是关键的知识生产者,也是科学全球化的主要参与者。

如果采用 2010—2019 年十年内发表 5 000 篇论文作为门槛,那么所有超过门槛的院校数量缩减到 1 590 个,这些院校可被称为世界级大学(world class universities)。在全球范围内,有 934 个院校至少发表了 10 000 篇各类文章,153 个院校至少发表了 50 000 篇,24 个院校至少发表了 100 000 篇。哈佛大学是迄今为止全球最大的知识生产者,其发表几乎比所有国家都多(除了 22 个国家;例如,在欧洲,哈佛大学的发表比丹麦、奥地利、葡萄牙或挪威多;而在全球,比墨西哥、以色列或马来西亚的发表多)。

如果考察以研究为侧重点的排名,莱顿大学排名(Leiden ranking)2020 版列出了在 2015—2018 年至少发表了 100 篇文章的 1 176 所大学,ARWU 世界大学排名 2020 版列出了 1 000 所大学。具体而言,从更多的地区来看,ARWU 排名前 100 名中有 41%的大学位于美国,66%的大学位于美国、英国、法国、瑞士和澳大利亚这五个国家之一,83%的大学出自十个国家。

随着研究全球化的推进,研究的聚焦在科学家和学者个体层面的产出和影响或发表和引用数量方面都有所加强。2020 年,在 6 167 名 Clarivate 高被引研究者中,十分之四(41.5%)来自美国大学,十分之七(71.8%)来自排名前五的国家,84.2%来自排名前十的国家。全球发表的科学家(1996—2011 年约有 1 500 万)只有大约 1%构成了学术职业的“持续发表核心层”,在这 16 年的研究时段内每年至少发表一篇论文,然而他们所发表的论文占同期所有论文的 41.7%(Ioannidis et al.,2014,1)。此外,在 2015 年,118 个科学学科中被引次数最多的约 1%的科学家占有所有引用次数的 21%,比 2000 年的 14%有了大幅增长(Nielsen & Andersen,2021,5)。在 11 个欧洲国家科学系统的 7 个主要学科群中,研究产出排名前 10%的科学家和学者担纲了所有学术知识生产的几乎一半,他们通常被称为“研究表现最佳者”(Kwiek,2016;Kwiek,2018b)。

(二) 科学全球化 vs 全球创新

虽然通过一个国家的发表总数观察其整体潜力是有用的,但是仅关注高质量的发表来追踪全球的变迁更具启示意义。具体而言,下文聚焦前 1% 的高被引发表^①和在排名前 1% 的期刊上的发表。通过引文显示,本文假定在影响力方面排名前 1% 的论文是具有全球意义的创新,或者至少是被其他科学家在全球范围内承认的创新——在学术性科学中,就未来具有全球意义的创新而言,平均来看,在排名前 1% 的期刊上发表的论文至少是好的候选者。

表 1 展示了 2000—2020 年二十年间顶级知识生产国家和地区顶级发表的分布情况(左图表示百分比的变化,右图表示发表的数量随时间的变化情况)。欧洲国家科学系统如瑞士、比利时和荷兰,从全球角度看,产生了相对较高的百分比和相对较少的顶级发表。从数量上看,中国产生的顶级发表已超过美国,其次是英国、德国、意大利和澳大利亚。中国的高质量发表每年都不断增加:2010 年,美国的此类发表比中国多五倍;2015 年,美国的此类发表比中国多一倍;2020 年,情况大为不同,中国超过美国,约为 11 000 篇,而美国约为 8 000 篇。所有选中的国家或地区在其顶级发表方面的表现都超过了预期,预期为产生 1% 的此类发表;然而一些国家的数量大幅增加——除了中国,欧洲的意大利(增加 58%)以及全球的伊朗(增加 348%)和印度(增加 174%)的顶级发表在过去五年中增幅最高。与此同时,来自美国的顶级发表在 2020 年和 2010 年数量相近,2015—2020 年间下降了 17%(见表 1,右图);其他国家的数量只是略微下降或有所增加。

在顶级期刊上发表论文,一般而言会带来更高的领域常规化的引用率,这是因为 Scopus 中的期刊百分位数排名正是基于前四年的引用而构建的(Kwiek,2021)。在顶级期刊发表论文的数量方面,中国发表数量的增长是全球无敌的,2010 年有 2 700 篇,2015 年有 7 100 篇,2020 年多达 17 600 篇,相当于 2015—2020 年增长了 149%,非常有可能在未来几年超过美国,就像在高影响力发表方面那样。在某些研究领域,2020 年中国在前 1% 的期刊上发表的文章数量已经高于(农业科学、工程和技术)或等于(自然科学)美国,两个学术超级大国在这些期刊上发表文章的最大差距是在医学以及人文和社会科学领域。

(三) 科学全球化 vs 学术学科的发 表模式

总的来说,研究文献(通常集中在 STEM 领域,即科学、技术、工程、数学和医学)显示,各国、各院校、各学科以及科学家和学者之间的国际合作一直在增加。社会科学和人文学科通常在分析中被忽略,因为有观点认为 Scopus 和

^① 作为高质量的代表,具有所有的限制,参见 Tahamtan & Bornmann(2019)。

表 1 各国家/地区高影响力的发表比例(%)和数量

国家/地区	平均 2000—2020	2000	2010	2015	2020	国家/地区	总计 2000—2020	2000	2010	2015	2020
CHE	2.9	2.1	3	3.5	2.4	CHN	67 497	107	1 561	4 550	10 900
BEL	2.3	1.2	2.3	2.8	2.3	USA	167 559	5 944	8 233	9 536	8 064
AUS	2.0	1.2	1.9	2.1	2.2	GBR	48 174	1 250	2 214	3 091	3 343
NLD	2.7	1.8	2.8	3.0	2.2	DEU	36 889	832	1 848	2 476	2 179
GBR	2.1	1.6	2.2	2.4	2.1	ITA	19 659	327	841	1 278	2 014
ITA	1.6	0.9	1.6	1.8	2.0	AUS	20 650	291	827	1 420	1 972
SWE	2.2	1.3	2.3	2.5	2.0	CAN	24 465	551	1 193	1 547	1 668
CAN	2.0	1.6	2.1	2.2	1.9	IND	9 000	62	266	559	1 529
CHN	1.2	0.2	0.7	1.2	1.8	FRA	23 919	565	1 151	1 535	1 511
IRN	0.8	0.1	0.4	0.6	1.8	ESP	15 373	194	715	1 068	1 311
FRA	1.7	1.1	1.7	1.9	1.7	NLD	18.538	358	923	1 231	1 128
DEU	1.8	1.2	2.0	2.1	1.6	IRN	4 655	2	78	246	1 101
USA	2.1	2.1	2.3	2.2	1.6	KOR	10 618	82	412	764	1 070
ESP	1.4	0.8	1.4	1.6	1.5	JPN	17 669	548	761	998	1 069
TWN	0.9	0.5	0.7	1.0	1.4	CHE	15 148	301	681	1 105	924

注:2000—2020 年按国家/地区和发表年份划分的前 1% 引用率百分比的产出,包括所有的发表类型和所有研发领域,以 2020 年的降序排列,各列出前 15 个国家/地区,以百分比(左图,世界平均数=1)和发表数量(右图)计算。

表 2 各国家/地区在高影响力期刊上发表的论文比例(%)和数量

国家/地区	平均 2000—2020	2000	2010	2015	2020	国家/地区	总计 2000—2020	2000	2010	2015	2020
CHE	5.1	4.5	5.4	5.4	5.1	USA	339 080	11 141	16 337	18 199	21 343
NLD	5.3	5.1	5.6	5.8	4.9	CHN	110 039	363	2 676	7 095	17 646
AUS	3.8	3.5	3.6	3.9	4.3	GBR	95 466	2 945	4 405	5 599	6 954
CAN	4.1	4.2	4.1	4.1	4.3	DEU	70 781	1 853	3 421	4 213	4 810
GBR	4.4	4.2	4.5	4.6	4.3	CAN	48 851	1 313	2 275	2 821	3 816
USA	4.5	4.6	4.7	4.4	4.3	AUS	38 068	725	1 502	2 545	3 730
BEL	4.4	4.0	4.8	4.7	4.2	FRA	47 307	1 343	2 400	2 813	2 874
SWE	4.3	3.4	4.2	4.9	4.2	ITA	35 611	965	1 666	2 152	2 515
DEU	3.6	3.0	3.9	3.7	3.6	NLD	35 891	920	1 748	2 318	2 482
FRA	3.5	3.2	3.7	3.6	3.2	ESP	31 612	531	1 549	2 090	2 385
CHN	2.0	0.9	1.2	1.9	2.9	KOR	24 742	245	1 001	1 892	2 301
KOR	2.7	1.8	2.4	2.9	2.9	JPN	38 464	1 792	1 712	1 856	1 981
ESP	3.0	2.4	3.2	3.3	2.7	CHE	25 368	563	1 189	1 632	1 961
ITA	3.0	3.2	3.2	3.1	2.6	SWE	20 362	492	861	1 380	1 497
TWN	2.7	2.5	2.8	2.9	2.3	BEL	16 297	371	800	1 065	1 172

注:按国家/地区和出版年份分列的前 1% 期刊百分位数(按 Scopus CiteScore 百分位数)中的发表,2000—2020 年,包括所有发表类型和所有研发领域,以 2020 年的降序排列,仅列举排名前 15 位的国家/地区,以百分比(左图,世界平均值 = 1)和发表数量(右图)计算。

Web of Science 数据库都没有充分反映这些领域的知识生产。然而尽管有局限性,显示各种合作类型在所有主要的研发领域随时间变化的分布还是有用的。我们只需说,在 Scopus 所列的 41 462 种期刊中,有 5 002 种期刊属于艺术和人文学科,有 10 199 种属于社会科学。此外,国际研究合作以及随之而来的全球发表模式可以在其他三种合作类型的语境下进行分析——校内合作、国内合作和单个作者(或无合作)。这四种合作类型是互补的,可以通过国际合作的强度随时间的变化来分析科学的全球化。这里使用的六个研发领域,按照 OECD 的划分,为农业科学、工程和技术、人文、自然科学、医学以及社会科学。

对于学术发表和合作模式,这种全球分解的方法最令人惊讶的影响可能是社会科学与人文学科之间日益扩大的鸿沟。在过去的二十年里,社会科学明显遵循自然科学的模式特征,人文学科却越来越远离社会科学,在合作组合方面朝着根本不同的方向发展。

先看所有研发领域的合作组合(图 1),并将这一总体图景与自然科学、社会科学和人文学科在二十年间(2000—2020 年,图 2、3 和 4)合作的持续变化情况进行比较。在我们的方法中,通过国家层面的百分比所研究的不断变化的合作模式,反映了这些国家院校所属的科学家和学者个体层面发表模式的变化。数以千计个体层面的发表反映于更高分析层次的合作。

自然科学领域的合作模式(图 2)总体上遵循全球科学模式(或所有领域的综合)——在所有国家,国际合作在过去二十年都呈上升趋势。国际合作的增加是以校内合作和无合作(或单一作者)研究为代价的,后两者的百分比都在下降;校内合作和个人研究一直在减少,而国内合作稳定或在许多情况下百分比在增长。尤其是无论从全球角度还是在自然科学领域,国内合作的稳定性都表明国家嵌入科学的重要性。国际合作似乎不会在任何国家排挤国内合作。

各学术领域合作组合变化的显著特点是,国际合作在人文学科中的作用微乎其微,而且在大多数国家的增长很慢。相反,在社会科学领域,最重要的趋势是国际合作的增加,主要是以牺牲单一作者的研究为代价——单一作者的发表在人文学科往往占主导地位;而在社会科学领域,单一作者的研究减少幅度很大(这在图 3 世界框中的全球层面很明显),但几乎所有国家的人文学科中单独研究的份额仍然超过 50%。图 3 和图 4 形象地描述了社会科学和人文学科之间的巨大差异,这种差异似乎随着时间的推移而不断扩大,且在目前关于科学全球化的文献中尚未强调这种差异。

关于全球社会科学/人文学科的巨大分野,前者单一作者文章的全球比例从大约一半下降到大约四分之一(2000—2020 年从 49%下降到 23%),而后者在全球层面仅从 67%稍微下降到 56%(见图 4)。除了几个欧洲系统,人文学科的国际合作在大多数国家都相对不多。单一作者是人文学科领域的主要发表模式,在最先进的经济体中,其份额超过 50%——2020 年欧盟 28 国的单一作者文章比例为 55%,经合组织为 55%,美国为 51%。

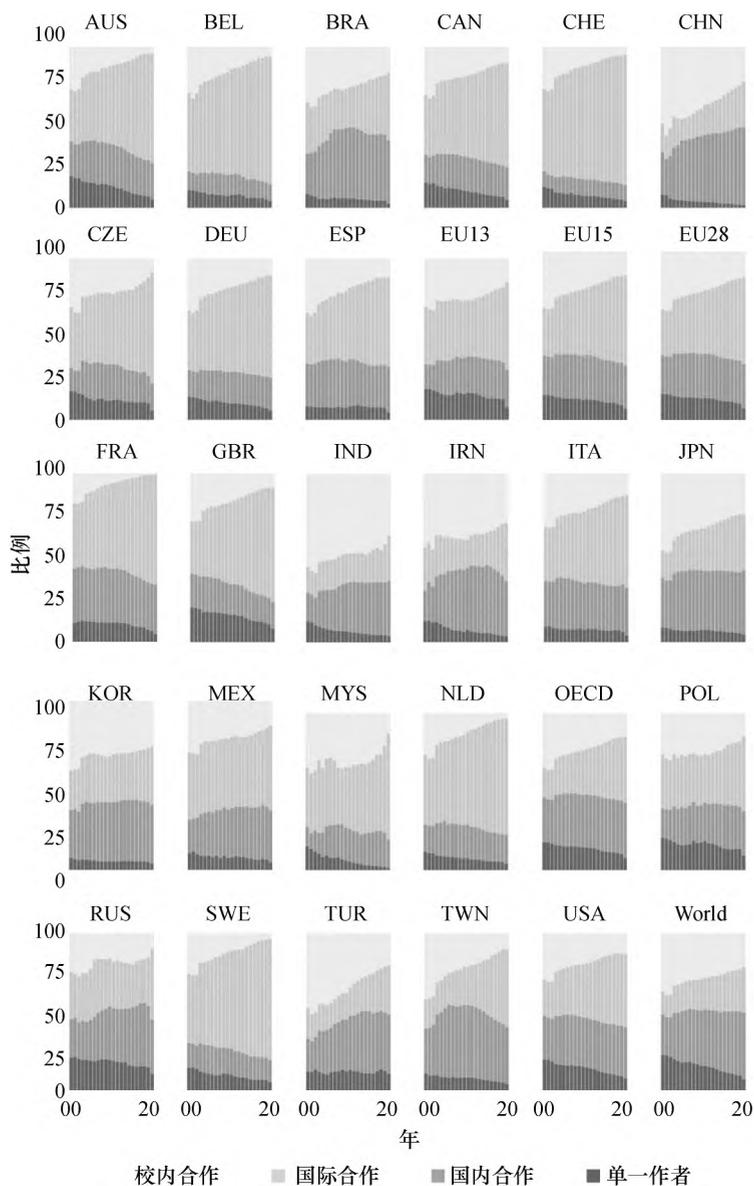


图 1 所有研发领域的合作(和发表)模式合计

注:强有力的和不断增加的国际合作以校内合作为代价,以及稳定的国内合作——2020 年全球排名前 25 位的知识生产者(加上欧盟 28 国、欧盟 15 国、欧盟 13 国、经合组织和世界),仅限于文章,来自 2000—2020 年(百分比)的 SciVal 数据。

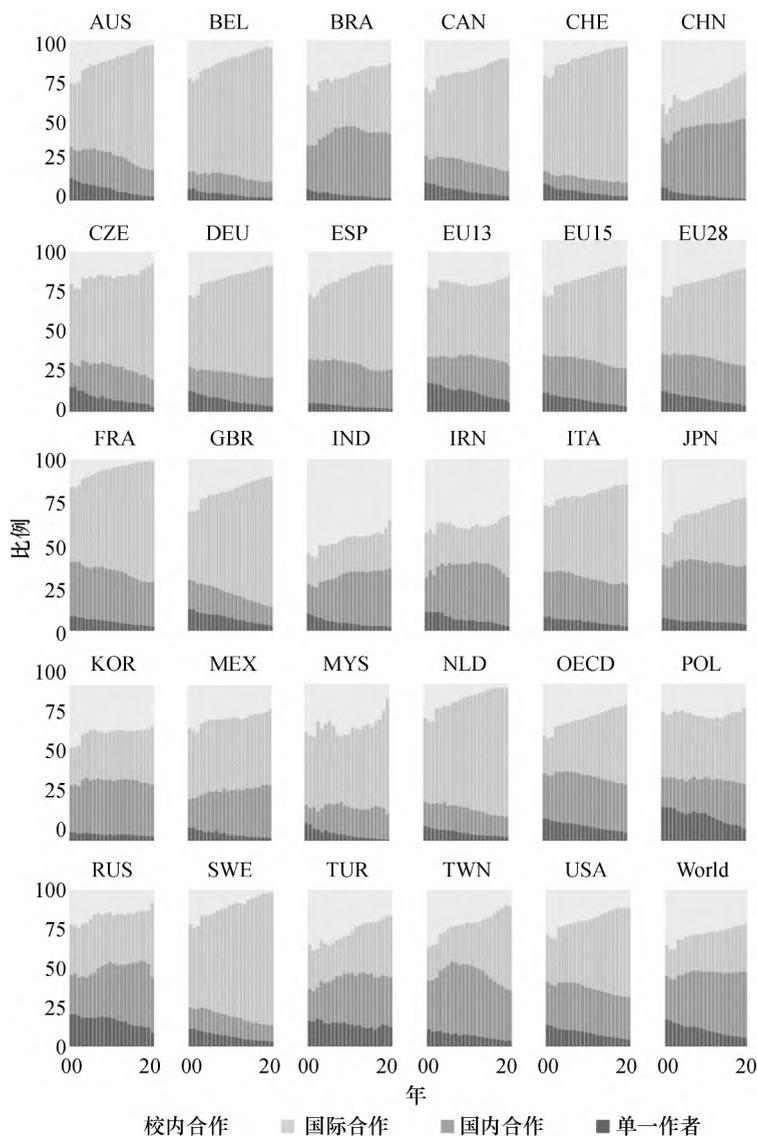


图 2 自然科学中的合作(和发表)模式

注:以牺牲校内合作为代价且不断增加的国际合作,以及稳定的国内合作——2020年全球排名前 25 位的知识生产者(加上欧盟 28 国、欧盟 15 国、欧盟 13 国、经合组织和世界),仅限于文章,来自 2000—2020 年(百分比)的 SciVal 数据。

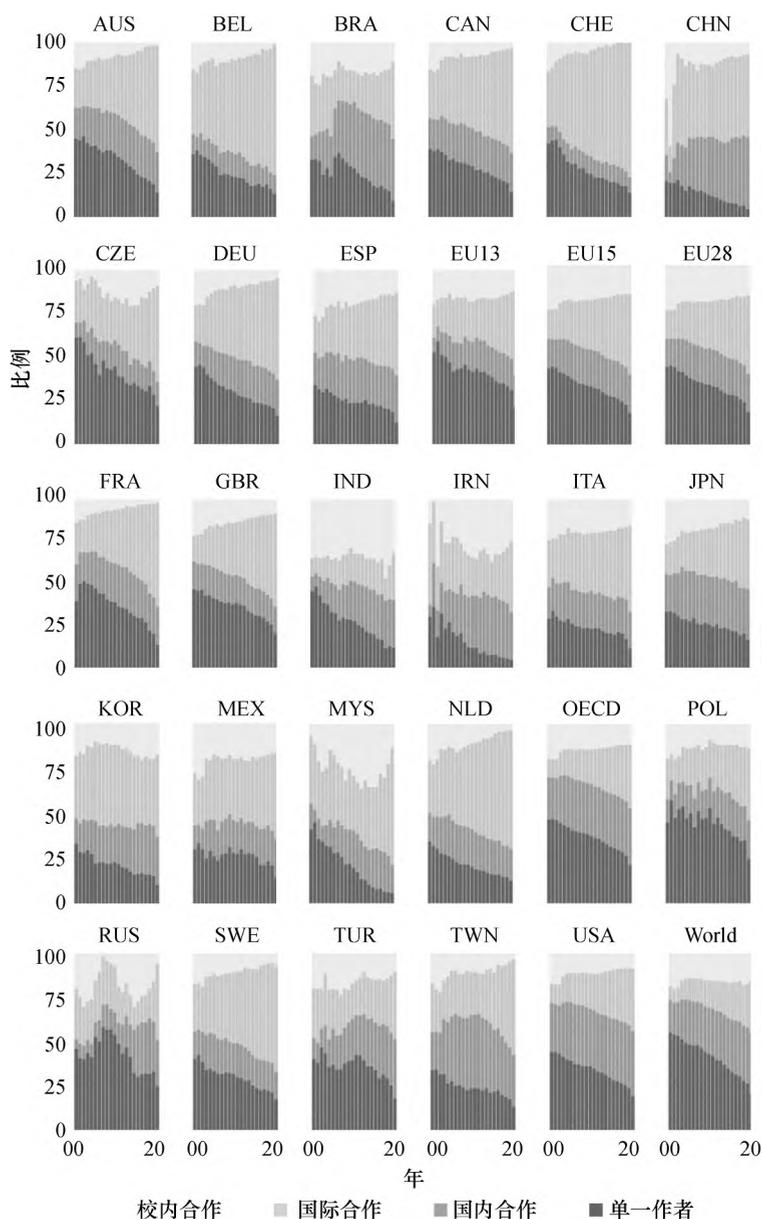


图3 社会科学中的合作(和发表)模式

注:国际合作不断增加,单一作者(无合作)大幅减少,国内合作稳定——2020年全球排名前25位知识生产者(加上欧盟28国、欧盟15国、欧盟13国、经合组织和世界),仅限于文章,来自2000—2020年(百分比)的SciVal数据。

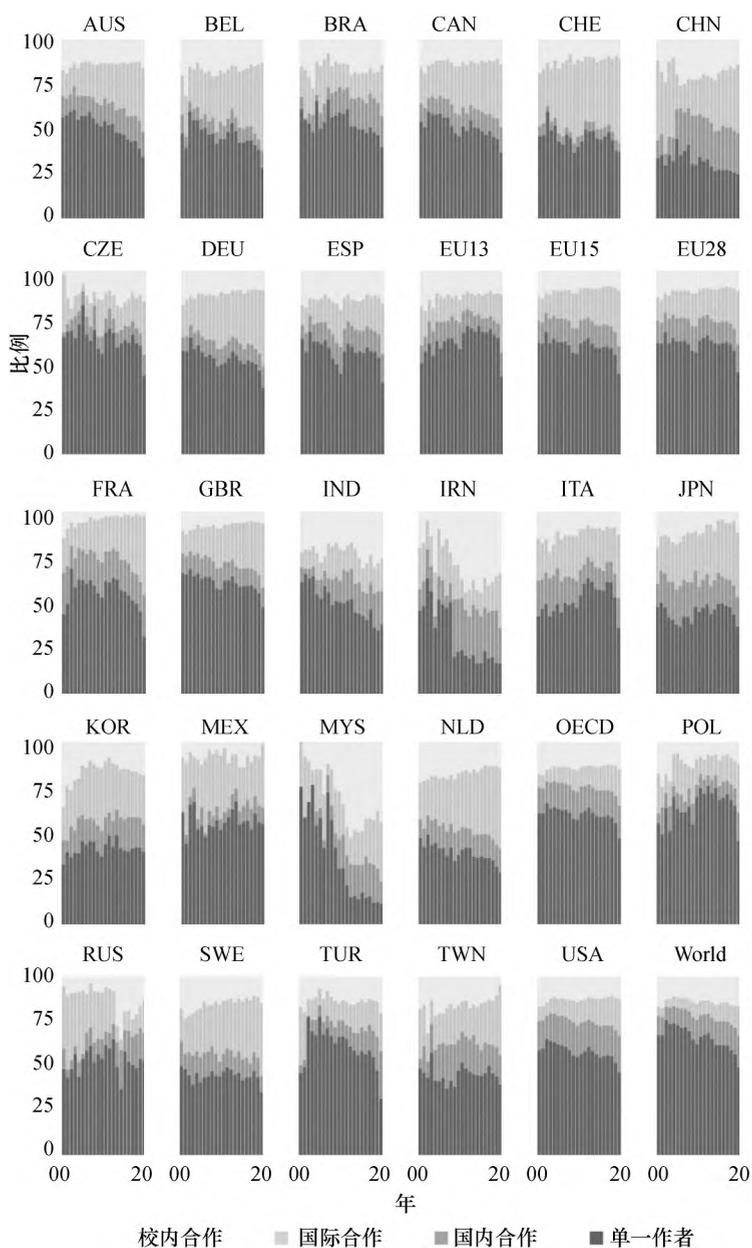


图 4 人文学科中的合作(和发表)模式

注:单一作者(无合作)占据强有力的主导地位,缓慢增加的国际合作和稳定的国内和校内合作起着边际作用——2020年全球前25个知识生产者(加上欧盟28国、欧盟15国、欧盟13国、经合组织和世界),仅限于文章,来自2000—2020年(百分比)的SciVal数据。

变化中的发表模式对个体及其他层面的资金产生了影响。虽然在全球大多数国家资助院校和国家卓越计划中,社会科学和人文学科被归为一组,但是学术共同体、政策制定者和资助提供者必须清楚,这两个学术领域在发表模式上的差异在过去二十年里一直在扩大。

如果将合作视为联合发表,人文学科显然是非合作性的,并且是非国际性的,这对发表指标具有强大的影响,例如个体学者微观层面的平均产出水平和平均引用水平。除了人文学科,所有领域的个体产出都在提高,这主要是由于对团队撰写的发表进行了全面统计;当应用分数计数法时,产出随着时间的推移相对稳定。然而在人文学科的特殊案例中,以单一作者作为主要发表模式,不使用分数计数方法的个人产出相比之下可能显得很小;此外,正如文献显示的那样,总体上对单一作者文章的引用低于对合作文章的引用。社会科学/人文学科的不同有其实际含义,当人文学科的研究者与社会科学家正面竞争研究资助和奖项时,他们就会处于不利地位;而在那些强调发表和引用指标在资助评估中占主导的地方,社会科学家的提案明显会被选拔出来。这样一来,科学和学术全球化中“社会科学和人文学科”这一传统表达失去了传统意义,这可能导致在个体、院系和院校之间产生不公平的竞争结果。

不同学科和国家的国际合作率变化如图 5 所示。全球排名前 25 位的国家可以分为低国际化系统(如波兰、俄罗斯、土耳其和印度)和高国际化系统(如瑞士、瑞典、比利时,英国在欧洲或澳大利亚在全球),中国在人文社会科学领域以及美国在农业科学和自然科学领域的国际合作正在缓慢增加。

除了百分比随着时间发生变化,科学的国际化也体现在发表数量随时间而变化。国家产出可以分为两类:涉及国际合作的文章和所有其他文章——即国内文章,包括单一作者的文章和国家及院校内部合作的文章(见 Adams, 2013, 558)。从这个角度看,一个主要的发现是:2000—2020 年,在主要的欧洲系统如英国、法国、荷兰、瑞士、比利时、瑞典和德国,以及非欧洲系统如美国、澳大利亚、加拿大和日本,年度产出的增长几乎完全由国际合作来实现(见图 7);相反,在追赶型系统(catching-up systems)如印度、巴西、伊朗、墨西哥、土耳其、俄罗斯、波兰或马来西亚,国内合作产出有所增加。最能说明问题的是两个全球大国之间的对比:美国的国内发表没有增加,而中国在过去二十年里有巨大的增长(比较图 6 中两国的两个浅色区域)。在所研究的时段,前一组国家的国内产出几乎持平,但国际合著文章的数量却稳步增加。图 7 中的深色区域表示国际合作发表数量的增长,而曲线表示国内发表份额的下降——不过,份额在一个国家的下降并不一定意味着数量的下降。

从国际合著产出的数量可以看出,广义的西方世界目前的研究力量在于国际化的增长,国内发表的数量在过去二十年没有变化。因此,科学全球化意味着两种不同系统类型中的两种不同过程:西方世界的科学增长几乎完全归功于国际合著的发表,而发展中国家的科学增长则是由国际合著和国内发表共同推动的,在不同的系统中有着不同的组合。

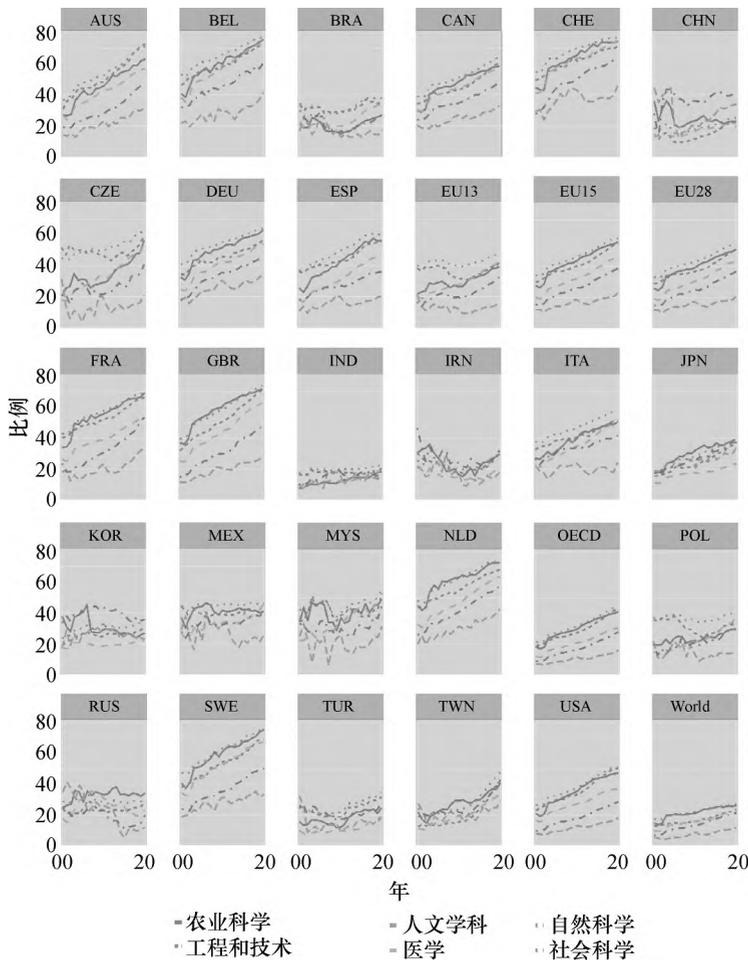


图 5 按研发领域划分的国际合作率情况(国际合作发表的百分比)

注:2020 年全球排名前 25 位的知识生产者(加上欧盟 28 国、欧盟 15 国、欧盟 13 国、经合组织和世界),仅限于文章,来自 2000—2020 年(百分比)的 SciVal 数据。

(四) 科学全球化 vs 系统规模、引用影响力和首选的合作伙伴国家

在全球排名前 25 位的国家/地区中,其国际合作率一般与国家研究产出(定义为 2000—2020 年的文章总数)无关。将国际合作文章的百分比与以文章数量计算的系统规模作图(图 7),相关性可以忽略不计($R^2=0.03$)。圆点大小证实了国际合作率低的系统具有较低的领域加权引用影响力(FWCI),如伊朗、土耳其、印度以及合作文章数量第二大的中国,其在图 7 中与美国一起是个明显的异常值。

在图 8 中,以国际合著发表的引用影响力与以国内合著发表的引用影响力作对比。科学计量指标的场标准化避免了由不同场引起的失真(Waltman &

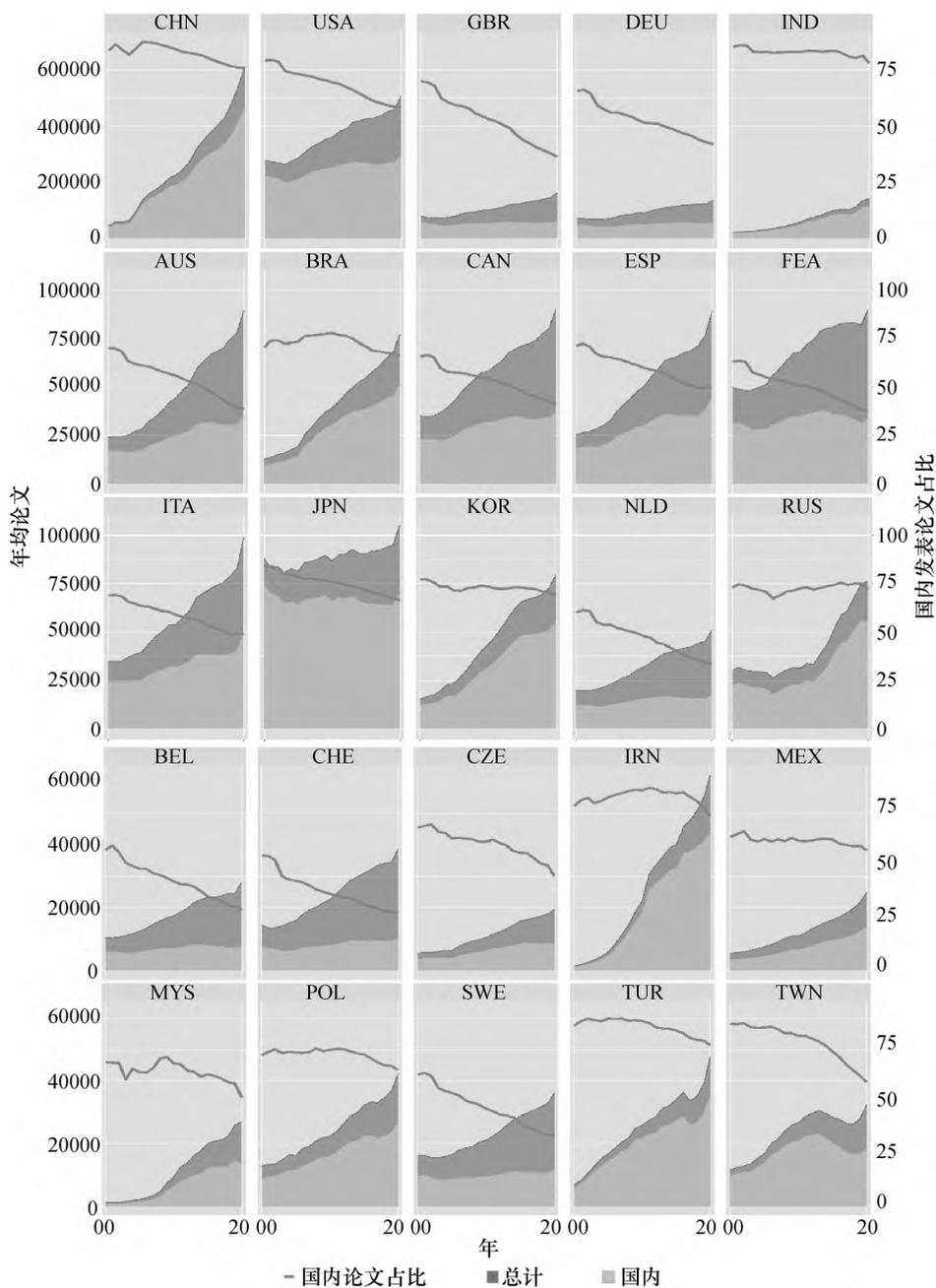


图 6 全球排名前 25 位的生产者的发表情况

注:仅限于文章,左轴为发表总计(包括国内与国际合作发表),右轴为国内发表的百分比(曲线);来自 2000—2020 年(百分比)的 SciVal 数据。

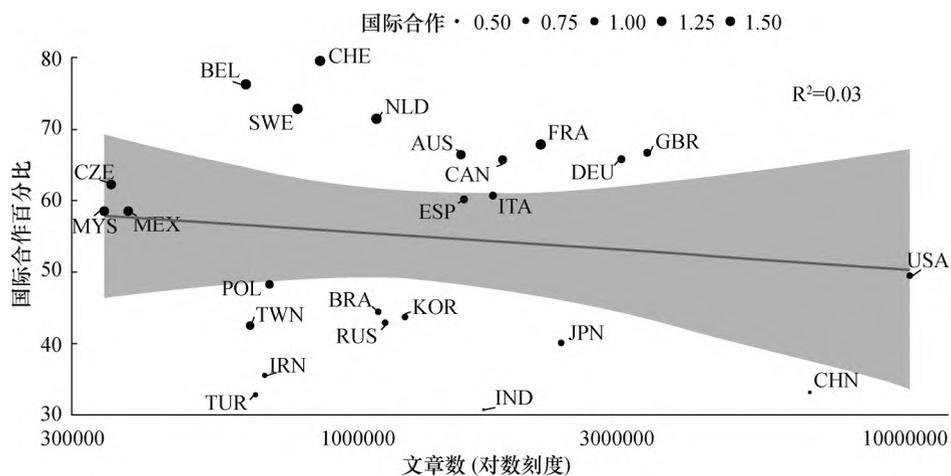


图 7 2000—2020 年国家/地区总产出与国际合作发表(百分比)的相关情况

注:2000—2020 年的平均值(仅限于文章),95% 置信区间为灰色,圆点大小反映了该时期国际合著文章的平均领域加权引用影响力(FWCI)。所有的研发领域都结合在一起。

van Eck, 2019, 282)。在 Scopus 中衡量,引用影响力是实际得到的引用与主题域、发表类型和发表年份的预期世界平均水平(等于 1)的比率。在几乎所有欧洲国家(即图 8 中垂直线左侧的国家),国内合著发表的被引频率低于预期,而巴西、俄罗斯、中国和美国略高于全球平均水平。此外,由于不同原因,包含国内合作的论文在全球科学中的引用影响力在大多数国家(虚线以下的国家)高于国际合作的论文——全球超级大国中国和美国;在波兰、法国和伊朗,国内和国际合著的论文都具有很高的引用影响力。由于篇幅限制,此处不讨论跨学科差异。在所有领域的综合水平上,国际合著发表的引用影响力在绝大多数欧洲系统中高于预期的领域加权全球平均水平,但全球系统不是这样。仅仅在西班牙、意大利、法国和澳大利亚(第二象限)以及美国和中国(第四象限),国内合作产生了具有全球影响力的论文。

最后,全球科学的特点是国家和院校之间研究结伴的亲密度不同:某些结伴出现了明显的偏好,遵循国际合作中的优先连接机制。首选的研究伙伴在其全球知名度方面有很大的不同(根据国际合著的引用影响力进行操作)。

笔者研究了 2015—2020 年排名前 25 位的国家之间关系最紧密的研究伙伴(表 3,左栏)。对于所有相关国家,除了荷兰,无论其科学系统的规模如何,最经常合作的单一伙伴是美国。其他强有力的首选伙伴关系是欧洲内部合作或与中国合作(就英国和加拿大而言)。在欧洲资金的有力支持下,欧洲在研究方面的一体化使欧洲国家被视为一个单一的实体——这种情况下,在全球最紧密的合作伙伴中,仅有美国(与加拿大)、中国(与日本、韩国和澳大利亚的东

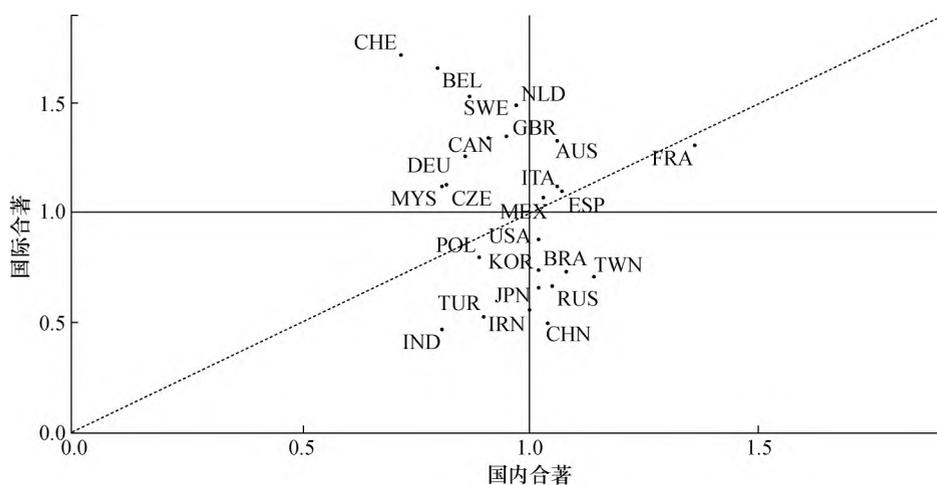


图 8 不同发表类型的引用影响情况

注:仅限于文章,包括自引,2000—2020 年所有研发领域的平均领域加权引用影响力(FWCI)。

表 3 全球排名前 25 位的合作伙伴关系

排名	伙伴国 1	伙伴国 2	2015—2020 年发表	FWCI	排名	伙伴国 1	伙伴国 2	2015—2020 年发表	FWCI
1	美国	中国	344 409	1.93	1	英国	荷兰	63 171	3.25
2	美国	英国	205 699	2.74	2	美国	荷兰	71 185	3.22
3	美国	德国	161 699	2.64	3	美国	瑞士	65 749	3.12
4	美国	加拿大	159 744	2.51	4	英国	法国	76 171	3.05
5	英国	德国	107 731	2.85	5	意大利	德国	66 662	3.01
6	美国	法国	106 311	2.85	6	英国	西班牙	60 658	3.01
7	美国	澳大利亚	100 188	2.90	7	英国	澳大利亚	74 803	3.00
8	美国	意大利	99 589	2.83	8	美国	西班牙	72 830	2.95
9	英国	中国	93 151	2.28	9	英国	意大利	79 438	2.93
10	中国	澳大利亚	80 656	2.40	10	德国	法国	72 956	2.91
11	英国	意大利	79 438	2.93	11	意大利	法国	62 089	2.91
12	美国	日本	78 246	2.40	12	美国	澳大利亚	100 188	2.90
13	英国	法国	76 171	3.05	13	英国	德国	107 731	2.85
14	英国	澳大利亚	74 803	3.00	14	美国	法国	106 311	2.85
15	德国	法国	72 956	2.91	15	美国	意大利	99 589	2.83
16	美国	西班牙	72 830	2.95	16	美国	英国	205 699	2.74
17	美国	荷兰	71 185	3.22	17	瑞士	德国	62 336	2.68
18	美国	韩国	68 723	2.08	18	美国	德国	161 699	2.64

(续表)

排名	伙伴国 1	伙伴国 2	2015—2020 年发表	FWCI	排名	伙伴国 1	伙伴国 2	2015—2020 年发表	FWCI
19	意大利	德国	66 662	3.01	19	美国	加拿大	159 744	2.51
20	美国	瑞士	65 749	3.12	20	中国	澳大利亚	80 656	2.40
21	英国	荷兰	63 171	3.25	21	美国	日本	78 246	2.40
22	瑞士	德国	62 336	2.68	22	英国	中国	93 151	2.28
23	意大利	法国	62 089	2.91	23	中国	加拿大	59 148	2.27
24	英国	西班牙	60 658	3.01	24	美国	韩国	68 723	2.08
25	中国	加拿大	59 148	2.27	25	美国	中国	344 409	1.93

注:2015—2020 年最多产的合作伙伴,按合著发表的数量(左)和合著发表的领域加权引用影响力(FWCI)(右)分类。

亚和太平洋系统)和欧洲。中国和美国形成了最强大的全球联系,其次是美国
和英国、德国和加拿大之间的联系。此外,28 个欧洲国家科学系统的合作模式
(Kwiek,2020a)表明,地理、语言和历史的连带仍然重要,例如西班牙是葡萄牙
的首要合作对象,芬兰与爱沙尼亚、德国与奥地利和捷克、法国与罗马尼亚、捷
克与斯洛伐克都是这种关系。美国仍然是大多数欧洲国家的头号合作伙伴,包
括最大的知识生产国英国、德国、法国、意大利和西班牙。然而在排名前五的国
家中,欧洲系统内部合作和欧美合作的引用影响力最高,中美联合发表的引用
影响力最低。在这前五对合作伙伴中,国际合著的论文被引次数比同类发表的
世界平均水平高 3.01—3.25 倍。图 9 描绘了排名前 25 的国家中最紧密的合
作联系所形成的网络,其依据是频率和引用影响力。

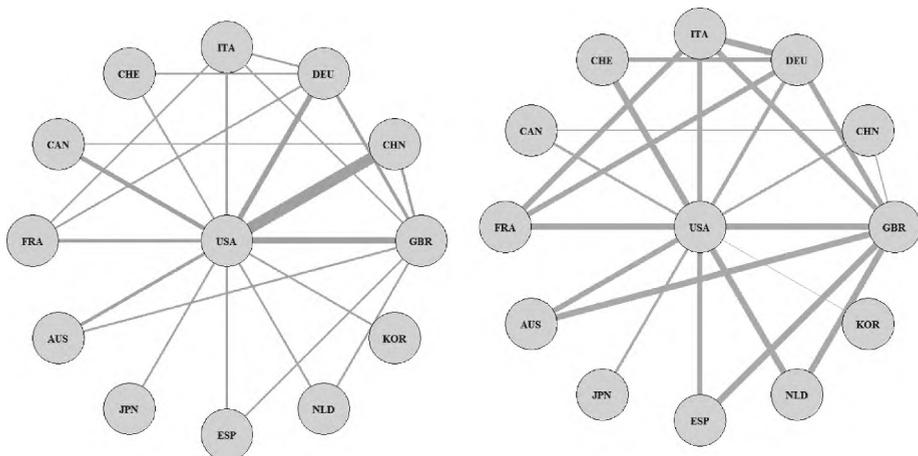


图 9 国际合著的论文网络(2015—2020 年)

注:只显示全球 25 对合作最多产论文的国家。因此,只有多于 59148 篇(中国—加拿大)的合作发表会被显示。边线的粗细程度基于合作频率(左)和通过领域加权引用影响力(FWCI)观察的合作影响(右)。

五、科学全球化对高等教育研究的影响

科学全球化对高等教育研究的潜在影响非常大。正面和负面影响都可以预期,这取决于高等教育研究界对待全球化挑战的认真程度。最有可能的是,在面临新机会和追求类似研究议程的竞争性新领域,惯常的培养方式会限制该领域的吸引力。此外,关于学术活动中投入和产出可获取的数字化数据越来越多,势必会对高等教育研究产生强有力的影响,可比之前更精确地衡量全球化。

在许多高等教育研究领域,来自学术界内部和外部的压力越来越大,要求使用更大的数据集(和更多的观察数据)得出有效的结论。这里所说的有效,并不是指统计学上的显著结果,而指的是相关的、有吸引力的与令人信服的学术成果,可能还有政策意义。例如在小规模学术调查的吸引力下降的情况下,要对学术生涯研究进行更深入的量化之压力是很容易理解的。如果关于学术职业的一项全国性研究的标准样本是每个国家 1000—1200 个观察结果,那么由此产生的有关国家科学劳动力的图景完全不必要求非常有概括性^①。小规模的样本使我们只能根据相对一般的变量进行非常有限的分析。按学科、就业类型、年龄组或生产力水平进行观察的数量限制了所使用的数据集的分析能力,削弱了由此产生的研究之政策意义。为了超越已经使用几十年的标准分析,并显示调查工具在学术职业研究中的持续吸引力,未来的调查需要更频繁地运用大数据和大量观察——以数据科学家目前使用的方式。

只要该领域了解其竞争对手如何利用与全球化相关的机会来引起学术和政策的关注,高等教育研究就会面临巨大的机遇。关于研究资金及其类型、由发表类型和期刊关注度反映的产出、其主要类型的合作、引文以及各种类别的学术流动这些数字化数据,如今正以十年前高等教育研究无法想象的规模进行探索,高等教育的核心因此可以全然改变。然而,关键是不要失去使该领域具有独特性的身份,研究科学、科学家以及探索科学的结构和演进的前所未有的机会(Fortunato et al., 2018)与高等教育研究形成竞争关系。各个领域和学科之间出现了研究科学、科学家及其院校环境的新竞争,高等教育研究成为其中之一。配备大部分传统工具并且通常远离大数据,尤其是像 Scopus 和 Web of Science 这样的大型商业文献计量数据库,高等教育研究在未来关于学术部门的数据、阐释和知识的竞争中,可能会失去位置。

具体而言,高等教育研究中考察的传统问题如合作、发表、产出和流动模式,在科学计量学、科学的定量研究、关于研究的研究、科学和技术研究及相关

^① 如在美国,大约有 500 万学术科学家;或在英国,大约有 20 万学术科学家。在这个范围内用传统工具和样本进行研究,见 Cummings & Finkelstein, 2012; Teichler, Arimoto & Cummings, 2013; Teichler & Höhle, 2013。

领域得到越来越多的探讨(Fortunato et al., 2018; Wang & Barabási, 2021; Clauset, Larremore & Sinatra, 2017; Zeng et al., 2017; Ioannidis, 2018; Glänzel, Moed, Schmoch & Thelwall, 2020),更不用说科学经济学和科学社会学。社会科学总体上进入了一个黄金时代,参与上述领域的科学家利用现有的大数据和计算能力与技能,成为社会科学研究中大数据革命的一部分(Buyalskaya, Gallo & Camerer, 2021)。高等教育研究可以远离大数据革命,但要付出代价——在上述领域利用全球化驱动的科学大数据革命来研究科学本身的全球化。几十年来,高等教育研究一直在关注类似的问题,它需要了解今天竞争性领域为学术界和政策界所提供的。最好的前进方式是保持其高度复杂的理论化水平,并为其目的纳入新的工具和数据集——利用全球化带来的数据密集型方法,提出大致相同的基本问题同时伴以新的问题。

再看作为高等教育研究一部分的学术职业研究,高等教育研究在这一领域面临的主要竞争是数据科学和社会科学研究向大数据的普遍转移。基于文献计量学数据的大规模学术职业研究的出现,在学术和政策两方面都挑战了基于调查的高等教育研究的地位。

在基于调查和文献计量数据的方法之间正在进行的较量中,传统的小规模调查方法似乎正在失败。这场较量远远超越了什么是更广泛的阅读和引用,也超出了什么在学术上有价值(产生声望和地位)以及什么更易于得到公共资助(产生研究资源)的范围。两种方法都有明显的优势和局限。文献计量学重视的是发表和引用的数字(Rousseau, Egghe & Guns, 2018),这是研究科学界的社会分层、学术职业结构以及奖励和承认制度的基础。然而,使用文献计量学探索学术职业的社会学,几乎完全依赖于传统高等教育研究的理论和分析框架(Kwiek, 2019a)。过去五十年的理论意识和理论生产与检验,是高等教育研究可以建立有吸引力的未来之资本。换句话说,到目前为止,理论框架的转移主要是从高等教育研究转移到文献计量学,而非另一个方向。就文献计量学研究总是由理论问题提供信息而言,它们必须以科学理论为基础(Hjørland, 2016)。导向更深入研究的学术研究语境与导致政策决定的政策背景同样重要(Moed, 2005, 14)。

关于学术生涯的文献计量学研究的一个重要局限是分析的基本单位——文献(其元数据,包括学术影响)。无论多么复杂,文献计量学研究在结构上都无法捕捉到高等教育研究中通过调查数据探讨的个人学术行为和态度。

未来对于学术职业、尤其是学术生涯的研究,可以有效地结合文献计量学与基于调查的工具、数据和方法,通过将发表和引用文献计量学数据与那些来自国家和国际数据集的个人传记数据相结合,与国家科学家登记相协调,探索学术界的整个人群。例如,我们可以研究一个国家系统内所有STEM学者的行为、态度和看法的调查数据,可能还会有传统的半结构性访谈,以减少任何定量的偏见。以文献计量和调查为基础、以整体人口和样本为基础、以定量和定性

为基础,这种方法的结合似乎可以提高我们对学术工作之变化和复杂性的理解。这种全面的方法需要协调独立的数据集,并整合全人群和基于样本的研究。学者因创造新的数据而受到嘉奖,更因探求那些显然没有数据的课题而得到奖励(Borgman,2015,11)。

在社会学调查的效用受到质疑的时候,我们提出的综合方法提供了新的机会。有关学术表现和影响的数据不愿使用大规模的国际数据集,是当今学术职业研究的一个主要局限。现有的研究通常分析个人层面的独立变量(Fox & Mohapatra,2007),从年龄、服务时间和学术职位,到更复杂的变量如主导的院校学术规范、感知层面的学术合作和产生外部资金的制度支持。由于这些变量一般不会出现在文献计量学研究中,所建议的综合方法有望将这两种研究形式联系起来,两者在未来都会受益。

因此,未来高等教育研究的关键词是互补性(complementarity)——就学术职业研究而言,大数据可以辅以调查和访谈,宏观研究可以伴随微观研究。在学术调查中使用的小样本若要推及庞大的学术群体,可以伴随着由文献计量数据集、新软件和新的分析和可视化工具驱动的大规模调查。无论小规模还是大规模的调查,从中获得的洞察力与从访谈中获得的洞察力有根本的不同,但它们都可以使高等教育研究成为一个在理论上先进的领域。

学术生涯可以通过上千次观察或数千次观察来研究,具有代表性样本和便利性样本之间应有的所有差异,以及经典统计及其方法与计算社会科学及其方法之间的所有差异(Salganik,2018; Alvarez,2016)。大数据能够以小数据不可能的方式研究分布的尾部,而这部分数据通常十分重要(Foster et al.,2017,4)。高等教育研究中传统的社会科学家需要与数据科学家、大数据分析师和计算社会科学家竞争,他们是科学界数字时代的拥护者,可以获得必要的数据和计算能力,而且他们越来越多地将兴趣转向传统上高等教育研究中探索的问题。^①

高等教育研究需要考虑眼前的新工具和新数据集、数据密集型社会科学的机会(以及固有的局限),与当前那些扩张性的对手竞争。在科学全球化的压力下,加上易于获得的科学和科学家的大数据,高等教育研究越来越需要使用新的异质数据源,如传记和管理、财务、发表和引用、流动,等等;需要使用不同的方法,如访谈、大规模调查、文献计量分析,并考虑所有通常讨论的限制。科学的全球时代可能在关键信息来源中需要更多的全球数据,以及研究方法中更多的互补性,以保持高等教育领域对新人的吸引力,尤其是年轻一代。科学全球化使高等教育研究面临的这些挑战变得越来越明显。

^① 这种趋势的一个最近的例子是《科学的科学》(Science of Science)一书,其中三个主要部分专门讨论了学术生涯、生产力、年龄和马太效应,科学中的合作、团队出版、信用分配和合著网络,以及影响、高影响论文和引用差异。见 Wang & Barabási,2021。

六、全球科学的紧张关系

如上文实证部分所见,在合作、影响和高水平创新/高被引论文的作用方面,新科学力量的崛起打破了传统上科学的全球平衡(Adams, 2013)。上述科学全球化的图景显然与发达国家和发展中国家(以及在国内生产总值[GDP]和高等教育研发支出[HERD]方面较富裕/较贫穷国家)之间合作的紧张态势有关。全球科学网络为新来者——国家以及院校和研究团队——带来了难以置信的机会。传统的欧美顶级知识生产者与全球科学合作的新进入者相比,优势和劣势各不相同,对发达/发展中国家科学系统中的知识生产者可能具有多样化的影响。全球化提供了一种背景,在这种背景下,研究中的国际合作提供了渠道,发展中国家由此可以比在科学史上任何时候都易于获取发达国家的知识。双赢的合作类型肯定占主导地位(Wagner, 2008),但发展中经济体在知识生产中搭便车的行为也是可能的,这会对学术科学家在劳动力市场的全球平衡产生负面影响(Freeman, 2010)。

在这两组国家——发达国家和发展中国家——之间出现的紧张关系中,还涉及对学术研究的公共资助以及公众未来在基于税收的资助分配中的作用。核心的政策问题是:为什么国家要在整体上资助学术研究,特别是资助那些在世界一流大学进行的国际合作程度高的学术研究。各国政府提出的理据可能不适合由国际化程度高的科学家进行的全球互联的网络科学之新现实,政府因此确实处于一个微妙的位置——他们在国际知识生产和合作的前沿研究中寻求国家利益和地方应用,也许没有充分认识到科学日益全球化和网络化的性质,在此似乎没有简单的方法将国家资金与地方利益和应用联系起来。政策制定者和研究的国家资助者可能局限于国家科学的传统视野,与那些日益从全球科学中获益的科学家个人形成了鲜明对比。

新的全球科学的性质完全符合为个体和职业生涯提升目的而进行科学研究这一始终存在的、比公共更私人化的性质,个体科学家及其从事科学的动机居于学术事业的中心。在学术职业的传统想象中的默顿规范主导下,这种私人性质的作用被低估了;然而从哈格斯托姆(Hagstrom, 1965)到瓦格纳(Wagner, 2018)的一系列研究中,可以追溯个人学术声望和承认在科学中的关键作用。

一个简单的事实是,全球科学是由各国政府资助的。除了一些慈善资金为全球范围内选拔的那些具有重大挑战意义的研究提供资助,如比尔和梅琳达·盖茨基金会(Bill & Melinda Gates Foundation),自成立以来在 135 个国家的赠款总额达 548 亿美元,没有其他可用于大规模研究的全球资金。在高度发达的经济体中,拥有强大的公共资金支持的庞大学术科学体系,其国家/全球的张力更大;而在欠发达经济体中,科学体系弱小且公共资金不足。然而全球科学无法停步,全球经济中合作伙伴之间长期得失的分配远未明确;除了一个普遍的

假设认为国际研究合作对全球科学有利,在全球范围内对社会有利,特别是从科学作为全球集体利益的角度来看。然而,为了理解和应用知识并继续作为全球科学的合作伙伴而发挥作用,即使在经济困难时期,各国也需要有自己的科学基础设施和训练有素的人员,尤其是博士生和年轻的博士(Mattei,2014)。因此,国家的科学独立性依赖于政府对研究的投资(Chinchilla-Rodriguez, Sugimoto & Larivière,2019,6)。

研究合作中的控制形式多种多样,控制从松散到严格的层次不同;在非正式合作中,通常政府和院校的控制都是有限的。然而,在正式的和受资助的合作中,政府、院校和资助机构对合作的控制也是有限的——一旦向国内的学术带头人(principal investigator)及其国际研究团队提供资助,对于科研中谁与谁合作以及谁在做什么研究的控制是有限的。国际研究合作的概念在资助者、国家资助计划中的受资助者及其国际合作者的假定中可能有很大不同。正如瓦格纳所解释的:“发展中国家的问题不是如何与德国、英国或美国进行合作,而是如何从网络——无论其位于何处——获取适用的知识,使之与当地的需求和问题相关,并将它们关联起来。”(Wagner,2006,171)从发展中国的角度看,关键的方面是将合作的成果带回国内,从而满足当地的需求。

科学全球化并不意味着全球科学系统是由单一实体创建或规划的——最自然的候选者是全球科学强国美国;全球科学系统嵌入科学家自己制定的规则中,并作为一个自组织系统进行维护。这意味着民族国家在其科学政策中还有另一个主要层面需要考虑——全球层面伴随着区域、国家和地方层面,而非取而代之。虽然公共资金是全球科学发展的关键,但创新可以发生在任何地方,只有科学家能够识别和定位它们并找到使它们适用于当地的方法。“跟踪支出的产出和结果可能变得越来越困难,这在过去一直是对于科学的公共问责制的模型”(Leydesdorff & Wagner,2008,324)。

七、全球科学与个体科学家的力量

在此需要总结一下,本文有一条主线贯穿了之前的所有部分——全球科学的兴起与发生在科学界基层和科学家个人的微观层面的变革密切相关。他们的动机很重要,因为在个体科学家微观层面的合作选择,决定了国家在宏观层面的国际合作(Kato & Ando,2017)。

有关国际研究合作的大量文献支持这样的论点:这种合作的程度最终取决于科学家自身(Melin,2000;Wagner & Leydesdorff,2005;Wagner,2008;King,2011;Kato & Ando,2016;Royal Society,2011;Wagner,2018;Ulicane,2021)。大学教师国际化(faculty internationalization)被认为更多是由根深蒂固的个人价值观和偏好所塑造的,而非院校和学术学科(Finkelstein, Walker & Chen,2013),更不是政府及其机关(Wagner,2018)。

在研究全球连通性(global connectedness)在中等收入国家科学发展中的作用时,巴纳德等(H. Barnard)强调了个体科学家的作用越来越大。全球科学系统和国家科学系统的联系与其说是通过正式的机构合作建立起来,不如说是通过科学家个人及其工作——“是个人跨越了地方和全球的世界”。换句话说,在研究者个体层面,研究中的本地联系和全球联系之间不存在权衡,它们应该被视为“补充”而非“替代”。因此,较先进国家和较不先进国家之间的科学联系是通过个体科学家创造的(Barnard et al., 2015, 400—401)。

也许从本文的角度看,最重要的一点是,以国家为中心的 science 系统向全球科学系统的转变意味着渐渐由研究者制定实施科学的规则,而不是国家当局。科学的网络化模式是一个开放的系统,对新进入者、特别是新的国家开放机会。然而,正是个体科学家及其决定在全球层面带来不同,并改变了科学的进程。合作网络产生于数百名科学家的选择,他们塑造了网络的生长和演变,以“寻求自己福利的最大化”(Wagner, 2008, 10)。

几十年来,现有的研究文献一直在解决学术科学家为何与其他学术科学家合作的问题。也许最好的答案是最简单的一个:“科学家合作是因为他们从中受益。”(Olechnicka et al., 2019, 45)从这个角度来看,科学家作为“精打细算的人”,越来越多地参与国际合作,因为他们从这种合作中受益更多——在晋升、任期、声望或获得研究资金方面;而不是从任何其他类型的合作(国内合作、校内合作)中受益。科学家表明了“对合作的务实态度——当有好处的时候,就会发生这种特定的合作,否则就不会发生”(Melin, 2000, 39)。

也许当今科学最显著的特征是存在着自组织网络,并遍布全球。这些网络由研究者组成,“他们合作不是因为他们被告知,而是因为他们想要……科学的好奇心和雄心是这所新的无形学院在工作中的主导力量”(Wagner, 2008, 2)。科学家在网络中工作,网络由这些科学家之间的联系构成。科学家倾向于跨国合作,因为他们“追求卓越”并希望与其领域内最杰出的科学家合作(Royal Society, 2011, 57);他们寻求“资源和声誉”(Wagner & Leydesdorff, 2005, 1616);学术奖励结构激励他们利用合作和国际合作发表以形成自己的优势(Glänzel, 2001)。从这个意义上说,合作是由“成功的内在动机”和“取得更好成就的动机”所驱动(Kato & Ando, 2016, 2)。因此,它主要是好奇心驱动的,反映了“个体科学家对声誉和承认的抱负”(King, 2011, 24)。科学中传统的战后“政府民族主义”与这一全球科学共存,因为科学家相信,他们的好奇心驱动——而不是国家驱动——的方法“最适合实现他们的个人科学抱负”(King, 2011, 361)。

瓦格纳和雷德斯多夫(L. Leydesdorff)检验了这样一个假设,即全球科学是一个新兴的自组织系统,其中研究伙伴和研究主题的选择有赖于科学家自己做出选择(Wagner & Leydesdorff, 2005, 1610—1611)。他们参照自组织的概念(Ulricane, 2021; Melin, 2000),检验了国际研究合作是否可以被证明产生于

“研究者将奖励、声誉和合作网络提供的资源联系在一起的自我利益”，并使用网络分析法检验了文献计量数据。他们还研究了领域层面的优先连接机制，并得出结论：科学家在国际合作上的个人选择可能是由科学内部的奖励结构所推动的，并受到全球的众多合作者和他们之间弱关系的影响——相对来说，弱关系容易建立和切断，因为他们不是并肩工作，而且在同一机构内这种合作可能产生的社会责任也比较弱。

国际、国内、校内以及单独研究或无合作这些主要合作类型之间的关系是复杂的，取决于国家科学系统内部或外部的众多因素。全球网络化科学的发展可能最好通过优先连接机制来看待。用以解释科学家寻求合作的个人行为的优先连接机制，意味着科学家希望与其他具有较高声誉的科学家建立联系，或获得关键资源或资金——“优先连接显然对处于系统顶端者有利，无论我们把他们看成个体科学家还是整个国家”（Wagner, 2008, 62）。正如马金森所评论的：“同一学科或相关学科的研究者希望一起工作。他们通过创造知识履行其个人和集体的职责……，知识自由流动，科学及其联系继续增长并向各个方向传播”（Marginson, 2020, 50）。因此，全球科学的出现表明了科学中的个体所拥有的权力。“科学家和工程师可以自由地追随他们自己的兴趣和职业生涯，无论被带到哪里。……大多数科学家将寻求提高他们的声誉或获得资源，而不考虑其原籍国的利益，甚至可能以之为代价”（Marginson, 2020, 64）。

全球科学受专业领域内互动监管，为“自主的研究者”提供了代理权（Marginson & Xu, 2021）。科学家依靠他们的“个人和集体目标、认知文化、知识、想象力、联想、信仰和习惯”，全球研究议程取决于全球自治的大学网络（Marginson & Xu, 2021, 33）。马金森等提出的“大学全球科学中的行动者”（agency in collegial global science）概念与瓦格纳提出的“全球网络科学中的自由行动者”（free agents in global networked science）概念（Wagner, 2008）、金提出的“自治”（autonomy）概念产生了很好的共鸣。

正如金所强调的，新兴的全球科学为研究者提供了跨越各国政府直接控制的领土边界而开展合作项目的机会。全球科学网络被视为超越了政府科学民族主义（governmental scientific nationalism）的力量，因为它们本质上是私人治理和自我监管的，科学家在全球范围内合作是因为合作产生的高质量科学满足了他们“个人的好奇心以及对尊重、声誉和科学自主权的职业渴望”（King, 2011, 370—371）。全球科学由研究者自己控制，关键的标准化特征是“更强的自主性、客观性、可检验性和同行评判的概念”（King, 2011, 372）。全球科学的无形学院是由知识创造共同体的需求所驱动的（Wagner, 2008, 32）。

换句话说，全球科学为那些嵌入国家科学结构并参与全球科学网络的科学家提供了更多的代理、自治、合作和自我监管，但仍存在不平等和高度分层（Kwiek, 2019a; 2019b）。全球科学的未来掌握在全球数以百万计的科学家手中，他们就是否合作以及如何合作、与谁合作做出个人决定，可以是校内的、国内的或者国

际的研究伙伴。个人动机促使科学家在研究中进行合作并塑造全球科学。可以说,科学家个人在科学全球化中的作用(以及以科学家个人而非院校或国家为分析单位的微观层面分析的力量)被低估了,这值得更多的学者给予关注。

参考文献

- [1] Adams, J. (2013). The fourth age of research. *Nature*, 497, 557—560.
- [2] Alvarez, R. M. (Ed.) (2016). *Computational social science. Discovery and prediction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [3] Buyalskaya, A., Gallo, M., & Camerer, C. F. (2021). The golden age of social science, *PNAS* February 2, 2021 118 (5) e2002923118.
- [4] Barnard, H., Cowan, R., Fernandez de Arroyabe Arranz, M., & Muller, M. (2015). The role of global connectedness in the development of indigenous science in middle income countries. In Daniele Archibugi, & Andrea Filippetti (Eds.), *The handbook of global science, technology, and innovation* (pp. 386—410), Oxford: Wiley-Blackwell.
- [5] Borgman, C. L. (2015). *Big data, little data, no data. Scholarship in the networked world*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- [6] Cantwell, B., & Grimm, A. (2018). The geopolitics of academic science. In Brendan Cantwell, Hamish Coates, & Roger King (Eds.), *Handbook on the politics of higher education* (pp. 130—148). Cheltenham: Edward Elgar.
- [7] Cantwell, B., & Marginson, S. (2018). Vertical stratification. In Brendan Cantwell, Simon Marginson, & Anna Smoletseva (Eds.), *High participation systems of higher education* (pp. 125—150). Oxford: Oxford University Press.
- [8] Chinchilla-Rodriguez, Z., Sugimoto, C., & Larivière, V. (2019). Follow the leader: On the relationship between leadership and scholarly impact in international collaborations. *PLoS One*, 14 (96), Article e0218309.
- [9] Clauset, A., Larremore, D. B., & Sinatra, R. (2017). Data-driven predictions in the science of science. *Science*, 355 (6324).
- [10] Cole, J. R., & Cole, S. (1973). *Social stratification in science*. Chicago: University of Chicago Press.
- [11] Crawford E., Shinn T., & Sörlin S. (1993). The nationalization and denationalization of the sciences: An introductory essay. In E. Crawford, T. Shinn, & S. Sörlin (Eds.), *Denationalizing science. Sociology of the sciences a yearbook* (vol. 16). Springer, Dordrecht.
- [12] Cummings, W. K., & Finkelstein, M. J. (2012). *Scholars in the changing American academy*. Dordrecht: Springer
- [13] Dong, Y., Shen, Z., Ma, H., & Wang, K. (2017). A century of science: Globalization of scientific collaborations, citations, and innovations. *KDD 2017 Applied Data Science*, 1437—1446.
- [14] Edelman, A., Wolff, T., Montagne, D., & Bail, C. A. (2020). Computational social science and sociology. *Annual Review of Sociology*, 46(1), 61—81.

- [15] Engels, A. , & Ruschenburg, T. (2008). The uneven spread of global science: Patterns of international collaboration in global environmental change research. *Science and Public Policy*, 35(5), 347—360.
- [16] Finkelstein, M. , & Sethi, W. (2014). Patterns of faculty internationalization: A predictive model. In F. Huang, M. Finkelstein, & M. Rostan (Eds.), *The internationalization of the academy. Changes, realities and prospects* (pp. 237—258). Dordrecht: Springer.
- [17] Finkelstein, M. J. , Walker, E. , & Chen, R. (2013). The American faculty in an age of globalization: Predictors of internationalization of research content and professional networks. *Higher Education*, 66(3), 325—340.
- [18] Fortunato, S. et al. (2018). Science of science. *Science*, 359(6379), eaao0185.
- [19] Foster, I. , Ghani, R. , Jarmin, R. S. , Kreuter, F. , & Lane, J. (2017). *Big data and social science: Data science methods and tools for research and practice*. Boca Raton: CRC Press.
- [20] Fox, M. F. , & Mohapatra, S. (2007). Social-organizational characteristics of work and publication productivity among academic scientists in doctoral-granting departments. *The Journal of Higher Education*, 78(5), 542—571.
- [21] Freeman, R. B. (2010). Globalization of scientific and engineering talent: International mobility of students, workers, and ideas and the world economy. *Economics of Innovation and New Technology*, 19(5), 393—406.
- [22] Glänzel, W. (2001). National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics*, 51(1), 69—115.
- [23] Glänzel, H. F. , Moed, U. S. , & Thelwall, M. (Eds.) (2020). *Springer handbook of science and technology indicators*. Cham: Springer.
- [24] Gui, Q. , Liu, C. , & Du, D. (2019). Globalization of science and international scientific collaboration: A network perspective. *Geoforum*, 105, 1—12.
- [25] Hagstrom, W. O. (1965). *The scientific community*. New York: Basic Books.
- [26] Hennemann, S. , & Liefner, I. (2015). Global science collaboration. In D. Archibugi & A. Filippetti (Eds.), *The handbook of global science, technology, and innovation*. Somerset, NJ: Wiley.
- [27] Hjørland, B. (2016). Informetrics needs a foundation in the theory of science. In C. R. Sugimoto (Ed.), *Theories of informetrics and scholarly communication* (pp. 20—47). Berlin: de Gruyter.
- [28] Ioannidis, J. P. , Boyack, K. W. , & Klavans, R. (2014). Estimates of the continuously *Publishing Core* in the scientific workforce. *PLoS One*, 9(7), e101698
- [29] Kato, M. , & Ando, A. (2016). National ties of international scientific collaboration and researcher mobility found in nature and science. *Scientometrics*, 110(2), 673—694.
- [30] King, R. (2011). Power and networks in worldwide knowledge coordination: The case of global science. *Higher Education Policy*, 24(3), 359—376.
- [31] Kwiek, M. (2005). *The university and the state. A study into global transformations*. Frankfurt & New York: Peter Lang.
- [32] Kwiek, M. (2015). The internationalization of research in Europe. A quantitative

- study of 11 national systems from a micro-level perspective. *Journal of Studies in International Education*, 19(2), 341—359.
- [33] Kwiek, M. (2016). The European research elite: A cross-national study of highly productive academics across 11 European systems. *Higher Education*, 71(3), 379—397.
- [34] Kwiek, M. (2018a). Academic top earners. Research productivity, prestige generation and salary patterns in European universities. *Science and Public Policy*, 45(1), 1—13.
- [35] Kwiek, M. (2018b). High research productivity in vertically undifferentiated higher education systems: Who are the top performers? *Scientometrics*, 115(1), 415—462.
- [36] Kwiek, M. (2018c). International research collaboration and international research orientation: Comparative findings about European academics. *Journal of Studies in International Education*. Vol. 22, Issue 1 (2018). 1—25.
- [37] Kwiek, M. (2019a). *Changing European academics. A comparative study of social stratification, work patterns and research productivity*. London and New York: Routledge.
- [38] Kwiek, M. (2019b). Social stratification in higher education: What it means at the micro-level of the individual academic scientist. *Higher Education Quarterly*, 73(4), 419—444.
- [39] Kwiek, M. (2020a). What large-scale publication and citation data tell us about international research collaboration in Europe: Changing national patterns in global contexts. *Studies in Higher Education*, 81, 493—519.
- [40] Kwiek, M. (2020b). Internationalists and locals: International research collaboration in a resource-poor system. *Scientometrics*, 124, 57—105.
- [41] Kwiek, M. (2021). The prestige economy of higher education journals: A quantitative approach. *Higher Education*, 81, 493—519.
- [42] Kwiek, M., & Roszka, W. (2020). Gender disparities in international research collaboration: A large-scale bibliometric study of 25,000 university professors. *Journal of Economic Surveys*. First published: 13 November, 2020, <https://doi.org/10.1111/joes.12395>.
- [43] Kwiek, M., & Roszka, W. (2021). Gender-based homophily in research: A large-scale study of man-woman collaboration. *Journal of Informetrics*, 15(3), 1—38.
- [44] Leydesdorff, L., & Wagner, C. S. (2008). International collaboration in science and the formation of a core group. *Journal of Informetrics*, 2(4), 317—325.
- [45] Mallard, G., & Paradeise, C. (2008). Global science and national sovereignty. A new terrain for the historical sociology of science. In G. Mallard, C. Paradeise & A. Peerbaye (Eds.), *Global science and national sovereign* (pp. 1—39). London: Routledge.
- [46] Marginson, S. (2016). Global stratification in higher education. In S. Slaughter, B. J. Taylor (Eds.), *Higher education, stratification, and workforce development* (pp. 13—24). Dordrecht: Springer.
- [47] Marginson, S. (2018). *The new geo-politics of higher education*. Oxford: CGHE Working Paper no. 34.

- [48] Marginson, S. (2020). The world research system. Expansion, diversification, network and hierarchy. In C. Callender, W. Locke, & S. Marginson (Eds.), *Changing higher education for a changing world* (pp. 35—51). London: Bloomsbury.
- [49] Marginson, S. (2021). What drives global science? The four competing narratives. *Studies in Higher Education*, on-line first June 17 2021. <https://doi.org/10.1080/03075079.2021.1942822>.
- [50] Marginson, S., & Xu, X. (2021). Moving beyond centre-periphery science: Towards an ecology of knowledge. CGHE Working Paper no. 63, April 2021.
- [51] Mattei, P. (Ed.) (2014). *University adaptation in difficult economic times*. Oxford: Oxford University Press.
- [52] Mattei, P. (2009). *Restructuring welfare organizations in Europe: From democracy to good government*. New York: Palgrave.
- [53] Melin, G. (2000). Pragmatism and self-organization: Research collaboration on the individual level. *Research Policy*, 29, 31—34.
- [54] Melkers, J., & Kiopa, A. (2010). The social capital of global ties in science: The added value of international collaboration. *Review of Policy Research*, 27(4), 389—414.
- [55] Merton, R. K. (1973). *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations*. Chicago: University of Chicago Press.
- [56] Moed, H. F. (2005). *Citation analysis in research evaluation*. Dordrecht: Springer.
- [57] Mohrman, K., Ma, W., & Baker, D. (2008). The research university in transition: The emerging global model. *Higher Education Policy*, 21(1), 5—27.
- [58] Nielsen, M. W., & Andersen, J. P. (2021). Global citation inequality is on the rise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(7), e2012208118.
- [59] Olechnicka, A., Ploszaj, A., & Celinska-Janowicz, D. (2019). *The geography of scientific collaboration*. London & New York: Routledge.
- [60] Rousseau, R., Egghe, L., & Guns, R. (2018). *Becoming metric-wise. A bibliometric guide for researchers*. Cambridge: Chandos Publishing.
- [61] Royal Society. (2011). *Knowledge, networks, and nations. Global scientific collaboration in the 21st century*. London: The Royal Society.
- [62] Salganik, M. (2018). *Bit by bit. Social research in the digital age*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- [63] Sá, C., Sabzalieva, E. (2018). Scientific nationalism in a globalizing world. In B. Cantwell, H. Coates & R. King(Eds.), *Handbook on the politics of higher education* (pp. 130—148). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- [64] SciVal. (2021). The global dataset available from www.scival.com (restricted access).
- [65] Scopus. (2021). The global dataset available from www.scopus.com (restricted access).
- [66] Stephan, P. (2012). *How economics shapes science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [67] Tahamtan, I., Bornmann, L. (2019). What do citation counts measure? An updated

- review of studies on citations in scientific documents published between 2006 and 2018. *Scientometrics*, 121, 1635—1684
- [68] Teichler, U., Arimoto, A., & Cummings, W. K. (2013). *The changing academic profession. Major findings of a comparative survey*. Dordrecht: Springer.
- [69] Teichler, U., Höhle, E. A. (Eds.) (2013). *The work situation of the academic profession in Europe: Findings of a survey in twelve countries*. Dordrecht: Springer.
- [70] Ulicanic, I. (2021). Self-organisation and steering in international research collaborations. In K. Kastenhofer & S. Molyneux-Hodgson (Eds.), *Community and identity in contemporary technosciences* (pp. 107—125). Cham: Springer.
- [71] Veugelers, R. (2010). Towards a multipolar science world; Trends and impact. *Scientometrics*, 82, 439—456.
- [72] Wagner, C. S. (2008). *The new invisible college. Science for development*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- [73] Wagner, C. S. (2006). International collaboration in science and technology: Promises and pitfalls. In L. Box & R. Engelhard (Eds.), *Science and technology policy for development, dialogues at the interface* (pp. 165—176). London: Anthem Press.
- [74] Wagner, C. S., & Leydesdorff, L. (2005). Network Structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. *Research Policy*, 34 (10), 1608—1618.
- [75] Wagner, C. S., Park, H. W., & Leydesdorff, L. (2015). The continuing growth of global cooperation networks in research: A conundrum for national governments. *PLoS ONE*, 10(7), 1—15.
- [76] Wagner, C. S. (2018). *The collaborative era in science. Governing the network*. Cham: Palgrave Macmillan.
- [77] Waltman, L., & van Eck, N. J. (2019). Field normalization of scientometric indicators. In W. Glänzel, H. F. Moed, U. Schmoch & M. Thelwall. (Eds.), *Springer handbook of science and technology indicators* (pp. 281—300). Cham: Springer.
- [78] Waltman, L., Tijssen, R. J. W., & Eck, N. J. van. (2011). Globalisation of science in kilometres. *Journal of Informetrics*, 5(4), 574—582.
- [79] Wang, D., Barabási, A.-L. (2021). *The science of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [80] Whitley R. (2000). *The intellectual and social organization of the sciences*. Oxford: Oxford University Press.
- [81] Zeng, A., Shen, Z., Zhou, J., Wu, J., Fan, Y., Wang, Y., Stanley, E. (2017). The science of science: From the perspective of complex systems. *Physics Reports*, nos. 714—715, 1—73.

(北京大学教育学院博士生 周一 译)

(北京大学教育学院 李春萍 校)

(责任编辑 李春萍)

ABSTRACT

The Globalization of Science

Marek Kwiek

Page 2

National science systems have become embedded in global science and countries do everything they can to harness global knowledge to national economic needs. However, accessing and using the riches of global knowledge can occur only through scientists. Consequently, the research power of nations relies on the research power of individual scientists. Their capacity to collaborate internationally and to tap into the global networked science is key. The constantly evolving, bottom-up, autonomous, self-regulating, and self-focused nature of global science requires deeper understanding; and the best way to understand its dynamics is to understand what drives academic scientists in their work. We are particularly interested in the contrast between global science as a largely privately governed and normatively self-regulating institution and global science as a contributor to global collective public goods. The idea that science remains a state-driven rather than curiosity-driven is difficult to sustain. In empirical terms, we describe the globalization of science using selected publication, collaboration, and citation data from 2000—2020. The globalization of science implies two different processes in two different system types: the growth of science in the Western world is almost entirely attributable to internationally co-authored publications; its growth in the developing world, in contrast, is driven by both internationally co-authored and domestic publications. Global network science opens incredible opportunities to new arrivals—countries as well as institutions and research teams. The global system is embedded in the rules created by scientists themselves and maintained as a self-organizing system and nation-states have another major level to consider in their science policies: the global level. Globalization of science provides more agency, autonomy, collegiality, and self-regulation to scientists embedded in national science structures and involved in global networks.