

临床医学前沿领域政产学研协同创新度量方法及实证分析^{*}

齐 燕

(中国医学科学院医学信息研究所 北京 100020)

〔摘要〕 以丙型肝炎病毒研究领域为例, 介绍三螺旋协同创新模型现有研究情况, 阐述基于 Web of Science 的临床医学前沿领域政产学研协同创新度量方法并进行实证分析, 以期为该领域科技创新管理提供参考。

〔关键词〕 政产学研; 协同创新; 三螺旋; 互信息; 丙型肝炎

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2017.12.011

Collaborative Innovation Measurement Method and Empirical Analysis of Clinical Medicine Frontier in the Government - industry - academy Fields QI Yan, Medical Information Institute, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100020, China

〔Abstract〕 Taking hepatitis C research field as an example, the paper introduces the existing study status on triple helix collaborative innovative model and expatiates on the collaborative innovation measurement method of clinical medicine frontier in the government - industry - academy fields based on Web of Science and carries out empirical analysis to provide reference for scientific innovative management in the area.

〔Keywords〕 Government - industry - academy; Collaborative innovation; Triple helix; Mutual information; Hepatitis c

1 引言

在知识经济时代, 科技创新对推动经济增长无可替代的作用早已毋庸置疑, 一个国家或地区若要保持源源不断的创造力, 必须形成从科技创新促进产业升级, 产业需求又反馈科研创新的良性循环。因此创新主体由企业或研究机构为主演变为政府、

高校、研究机构、产业界及金融界等多方共同参与的协同创新格局。“三螺旋”(Triple Helix)创新模式由美国 Etzkowitz 和荷兰 Leydesdorff 于 1995 年提出^[1], 描述了政府 - 产业 - 大学 3 者间的协同创新关系, 近年来已成为描述知识经济时代科研机构、产业和政府之间在推动创新中的协同关系的代表模型, 并产生多种演变模型^[2]。基于三螺旋模型开展国家或地区、学科或领域, 以及各类型组织机构协同创新活动的量化评估, 可洞察和监测目标对象的协同创新程度及态势变化, 有助于发现创新链条上的短板和症结, 继而对调整和完善科技管理制度及政策等具有参考意义。

近代以来, 世界各国工业化、现代化的发展为人们带来城市化、信息化的生活方式, 同时也带来

〔收稿日期〕 2017-11-10

〔作者简介〕 齐燕, 助理研究员, 发表论文 11 篇。

〔基金项目〕 北京协和医学院 2017 年度协和青年科研基金项目“一种基于创新链理论的协同创新主体遴选方法探究”(项目编号: 2017330008)。

严重的环境污染、食品安全等问题,越来越强悍的病毒、越来越复杂的疾病,威胁着人们的生命健康,亟需生物医药领域重大科技的创新和发展。与此同时,各国家对生命科学研究给予高度重视,成立诸多国家级医学研究机构、研发中心等,拨付充足的研发经费支持开展创新研究,如美国国立卫生研究院。从现实问题的重要性和复杂性来看,生物医药和临床医学前沿领域更需要开展跨学科、多主体的协同创新,合力攻坚。因此对其协同创新活动量化评估的研究具有更为重要的价值和意义。现有研究在协同创新的测度方法和指标方面开展了较多的理论研究和实践应用,但针对临床医学领域的研究相对较少,且存在度量方法上的一些不足之处,本研究根据研究对象领域的特征对度量方法进行特定化的完善,开展实证分析,以期能够为该领域科技创新管理提供有价值的信息,为协同创新度量的进一步研究抛砖引玉。

2 现有研究概述

三螺旋协同创新模型提出后引起人们浓厚的兴趣,众多学者不断对该理论加以诠释、拓展和深化,将其应用于不同国家、地区或领域的创新管理实践。Leydesdorff 等^[3]结合大学-企业-政府与国际合作关系,考察日本国内和国际两个维度的三螺旋创新情况;Shin 等^[4]结合大学、企业和政府的国内与国际合作,利用三螺旋模型分析沙特阿拉伯学者的科研生产力;Kwon 等^[5]研究大学、政府和企业的韩国研究者的共著结构模式,根据这些关系的互信息探讨其国际合作伙伴关系;Ye^[6]等基于 Web of Science (WOS) 数据库开展国家层面产学研三螺旋模型立足全球化视野的动态演化研究;于珊^[7]首先开展三螺旋模型在国家层面上的测量和比较以及历史演化分析,进而将三螺旋模型与社会网络联合应用于学科层面和期刊层面的分析。对测度指标和方法的研究也较多。Leydesdorff 等^[8]认为经济变化、技术创新与制度控制 3 个子动力间的交互可通过一个广义三螺旋模型获得,提出使用 3 者间的配置结构信息作为其协调效应的测度指标;邹益民等^[9]归

纳三螺旋模型相关计量指标包括互信息指标, ψ 系数和偏相关系数,基于向量空间模型的指标,社会网络分析指标和专利分析相关的指标等;许海云等^[10]按计量特征将三螺旋测度方法分为基于互信息的和基于合作相似度的两个类别,对基于互信息的三螺旋测度方法的部分评价实践中存在的问题进行改进,根据两类度量方法的不同理论设想综合使用多个指标进行创新协同度评估,结合生物医药领域进行了验证。这些研究都为三螺旋模型的不断完善积累了丰富的经验。本研究借鉴相关文献^[7],使用基于互信息的计量指标和方法开展评价分析。Leydesdorff 的三螺旋算法是基于香农信息熵理论,香农把信息熵定义为离散随机事件的出现概率,事件的不确定性越大,熵也就越大,一个系统越是有秩序,信息熵就越低。当 3 个子系统发生相互作用时, Abramson 给出其互信息的计算方法^[11]:

$$T_{ijk} = H_i + H_j + H_k - H_{ij} - H_{ik} - H_{jk} + H_{ijk} \quad (1)$$

具体到三螺旋中政府-产业-研究机构 (GIA) 关系,其协同度可表示为:

$$T_{gia} = H_a + H_i + H_g - H_{ai} - H_{gi} - H_{ga} + H_{gia} \quad (2)$$

互信息指标计算所需要的数据来源,可以是一手的政产学研 3 者合作的现实情况,也可通过科技论文合著或专利合作申请体现的创新活动中的合作事实。论文合著和专利联合申请是机构合作创新的重要体现,且数据易于获取,因而常被用作指标计量的数据来源。WOS 数据库对所收录论文的作者单位、资助机构等信息进行较为规范的标引和整理,特别是作者单位。本研究选择 WOS 数据库作为实证分析数据来源,以政府 (G)、产业 (I)、研究机构 (A) 3 者之间的论文合作信息和数据作为三螺旋模型测度的基础数据进行相关运算,计算结果可作为衡量 GIA 协同创新程度的参考。

3 思路及方案

3.1 思路

开展领域的协同创新评估,可从领域发展历程和定时地域对比两个角度开展细致分析,可进行横纵交叉对比。前者基于领域全发展历程的数据,可

较为完整地展现整个历史状况，并基于此分析其演化模式，从而判断是否存在以及是何种演变规律，进而基于数学建模开展较为宏观的未来预测。后者则是聚焦领域近期发展数据，可在国家、地区和机构等层面开展横向的分时交叉对比，有助于特定创新主体定位当下的个体实力和协同创新竞争力。两者结合有助于从更综合、客观的视角制定更科学的相关管理决策。本研究聚焦临床医学前沿领域，前期开展实际数据调研，有两点发现。首先，临床医学和/或生物医药领域有一些医院、诊所等机构，需要额外的、独特的数据遴选规则。其次，现有研究对政产学研协同创新中“政”方的定位大体分为两种，一是作为合作者，二是作为资助机构；后者的判定依据是资助机构字段非空。然而文献资助的情况远比现有研究的理论设想复杂的多，如有些是单独的政府部门^[12]、研究机构^[13]，有些是政府部门和研究所共同资助^[14]，还有些是企业 and 政府部门联合资助^[15]。所以，要获得更精确的结果就需要对此进行更精细化的处理。

3.2 方案

在本研究中，统一将各类型的医院、大学和研究 所等视为科研机构（A），企业视为产业机构（I），政府部门以及政府拨款比例较大的科研机构等作为政府机构（G）。对各类型主体在 WOS 数据库中对应信息进行详细考察的基础上，制定较为完善的数据处理规则，进而抽取相关数据进行多个步骤的计算。这一过程需要使用两类变量：基于论文题录信息依据遴选规则进行初步统计的中间变量以及变换为用于协同度计算的测度变量。根据三螺旋模型及数据库论文题录信息特征，本研究针对临床医学前沿领域的特点设计 7 个中间变量相应的数据获取规则，见表 1。获取 7 个中间变量的相应数值后，经由特定的计算方法转换为相关的测度变量（各测度变量的含义及计算方式相关文献^[10]），运用 Leydesdorff 开发的三螺旋模型软件^[16]即可得到协同创新程度的度量结果。实际应用中应按照度量目标及需求，分别开展相应数据的检索、统计和计算。

表 1 临床医学前沿领域政产学研协同创新度中间变量及数据获取规则

中间变量	含义	数据获取规则
A0	科研机构的论文产出量	作者机构中含有 UNIV *、COLL *、ACAD *、NIH *、 <u>HOSP</u> *、 <u>CLIN</u> *、INST * 的论文，建立数据子集 A0
I0	产业机构的论文产出量	作者机构中含有 GMBH *、CORP *、LTD *、AG *、INC *、 <u>COMP</u> *、 <u>HOLD</u> *、 <u>CO</u> 的论文，建立数据子集 I0
G0	受政府机构资助的论文产出量	在含有 Funding Organization 标记的论文集中，查找资助机构中含有 NATL *、NACL *、NAZL *、GOVT *、MINIST *、NIH *、NATI *、FDA *、NSF *、DFG *、FRM *、PHS *、AFEF *、ANR *、CNR *、ASSO * 等特征性文本的论文，建立数据子集 G0
AIO	科研机构与产业机构合作发表的论文产出量	作者机构中同时含有 A0 和 I0 获取规则的论文，建立数据子集 AIO
G0A	受政府机构资助的科研机构的论文产出量	G0 子集中再次获取科研机构的产出论文，建立数据子集 G0A
G0I	受政府机构资助的产业机构的论文数量	G0 子集中再次获取产业机构的产出论文，建立数据子集 G0I
G0IA	受政府机构资助且科研机构与产业机构合作发表的论文数量	G0A 数据集中再次获取作者机构中含有产业机构的论文，或者 G0I 数据集中获取作者机构中含有科研机构的论文，得到数据集 G0IA

注：A0 和 I0 的获取规则中下划线部分是新增规则，G0 是新处理方案。

4 实证分析

4.1 实证对象选择

在《2016 研究前沿》^[17]临床医学前 10 个热点前沿中,“直接抗病毒药物治疗丙型肝炎”位居第 1,且在近几年都有较高的研究热度和持续性。据报道,丙型肝炎呈全球性流行,未来 20 年内与丙型肝炎病毒(HCV)感染相关的死亡率(肝衰竭及肝细胞癌导致的死亡)将继续增加,对患者的健康和生命危害极大,已成为严重的社会和公共卫生问题^[18]。因此本研究特别关注该疾病的研究领域,对其发展历程中科研论文载体的创新成果体量及协同程度进行多维度的度量分析,以期能够为该领域的科技发展相关决策提供参考。

4.2 历史纵向角度

4.2.1 数据检索及年度趋势分析 选取 WOS 核心合集的 SCI-Expanded、CPCI-S 等数据库,检索式为 TS = hepatitis C OR HCV OR BCV,选择 Article 和 Proceeding Paper 两种文献类型,出版时间跨度设为 1970-2016 年,检索到共计 59 161 篇文献。该批数据所包含文献的出版年份始于 1975 年,共 33 个年度,各年度的文献数量及增长趋势,见图 1。从整个时期看,除在 1989 年和 1990 年因前一年的数据较少年增长率较大外,其他年份都相对较平稳;从 1991 年开始发文量持续上升,几乎成线形增长趋势。近 10 年中,2011 年增长率达到 10.82%,2007 年达到 7.58%,2013 年达到 6.5%,其余年份都小于 5%,可认为该领域未来几年发展前景将渐趋成熟。

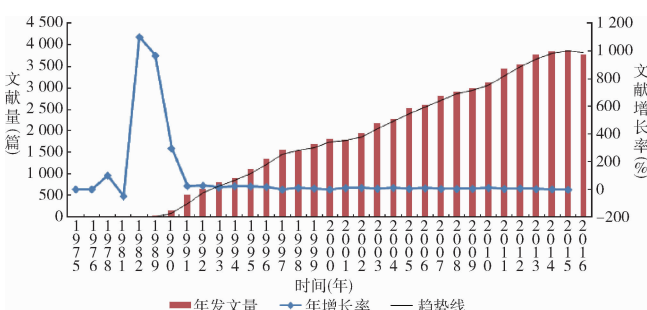


图 1 WOS 数据库收录 HCV 相关研究文献量年度变化趋势 (1975-2016 年)

4.2.2 协同程度全时段纵向分析 本节关注 HCV 领域政产学研协同程度在整个历史时期的变化情况,从而在评估演化规律的基础上做出未来预测。选取 1971-2015 年的子数据集,按 5 年一个时间段进行划分,共计 9 个时段(其中 1971-1980 年数据为 0,最终定位在 1981-2015 年的 7 个时段);基于本研究采用的度量方案,计算得到 HCV 领域政产学研协同程度历史演化态势及未来 10 年趋势,见图 2。可看出,如同发文量的平稳增长趋势一样,HCV 领域总体协同程度也是平稳上升,图示线性方程拟合效果较好,未来 10 年该领域的协同程度将更为强大,预计会有更多政产学研协同创新成果产出。

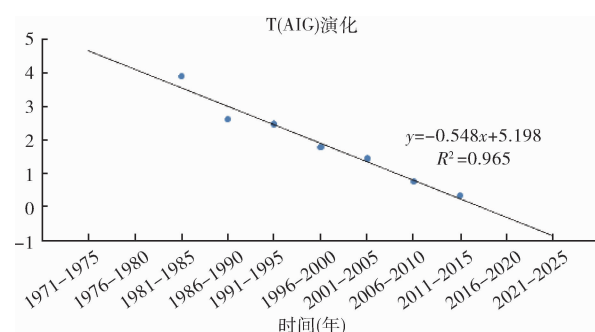


图 2 HCV 领域政产学研协同程度历史演化态势及未来 10 年趋势

4.3 国家横向对比角度

4.3.1 概述 经统计,1971-2016 年出版 HCV 相关研究文献数量在 3 000 篇以上的国家有 8 个,分别是美国(18 015)、日本(7 266)、意大利(5 768)、中国(5 030,其中大陆地区 3 234、台湾地区 1 754、香港地区 42)、法国(5 014)、德国(4 261)、西班牙(3 312)和英国(3 233)。本节重点对以上国家在近年来论文形式的创新成果及协同程度进行对比分析,以更加细致地观察不同国家、不同年份的变化情况。特别指出的是,由于实证对象源自 2016 年出版的《2016 研究前沿》,其结论是基于 2015 年的数据,所以本研究将前 8 个国家协同程度的近年对比时段设定为 2006-2015 年。

4.3.2 发文量趋势 为与协同程度的分析形成对照,本节首先开展前 8 个国家的发文趋势对比,见图 3。其中为突显地域差异,特将中国大陆和港台

分开处理。近 10 年来,美国的发文量一直遥遥领先,远超其余 7 个国家,研究实力颇为雄厚;相对而言,其余 7 个国家之间差距不大,大部分都增长平缓。增长趋势最为突出的是中国大陆,从 2006 年的最低 (75 篇) 攀升至 2015 年的第 2 (435 篇), 2011–2015 年的年发文量增长率持续位居第 1。除 2008 年外,在其余年份中国大陆的文献增长率都高于台湾地区。8 个国家在 2009 年和 2013 年的增长率数值相对较为集中,最大分歧年是 2008 年,除美国 9 年间的年增长率变化幅度较小外,其余国家波动都较多较大。近年来诸多国家都对该领域给予较多的重视,具有一定的持续性研究特征;美国的创新成果数量最为突出,我国的创新成长态势最为显著。

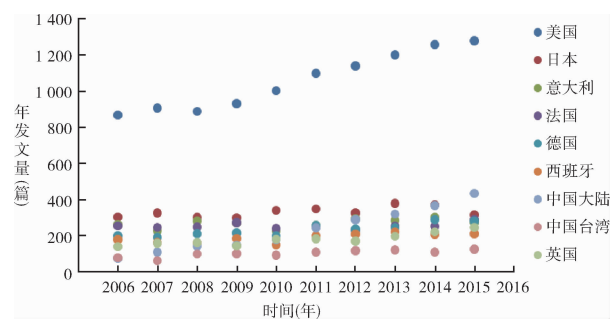


图 3 HCV 发文量前 8 个国家 2006–2015 年发文量态势

4.3.3 协同度量 基于本研究采用度量方案,分别计算各国家在 2006–2015 年每年的政产研协同程度,见图 4。从整体看,10 年来 8 个国家的协同程度都呈较强的增长趋势,其中 2007–2010 年普遍涨幅较大,2011–2015 年相对较为平缓。各国家协同程度的数值分布情况从相对较分散和均匀变得越来越集中化和极值化,可大致划分为高等、低等和中等 3 大阵营。另外,绝大多数国家 2015 年相对 2014 年是增加的,结合图 1 的发文量趋势和图 2 的 T (GIA) 协同程度演化趋势看,未来几年多数国家的协同程度将呈现持续增强态势,但总体格局可能依然较为稳定。具体来看,8 个国家中,美国在 2006 年和 2007 年位居第 1,但在之后几年被英国和中国赶超。意大利从 2007 年起一直处于最低位序,有待改善。法国在 2006 年为 8 国最低,但从 2007 年起大幅增强直至 2011 年,在 2012 年略有回落

再度攀升至强国队列。德国、西班牙及台湾地区也有相对较多的波动。特别指出的是,中国大陆的协同创新程度自 2009 年起一直遥遥领先,与发文量增多并于 2015 年跃居第 2 的强劲态势互相吻合,凸显了我国对协同创新的重视以及由此产生的良好效果,该协同创新竞争力优势值得继续保持。

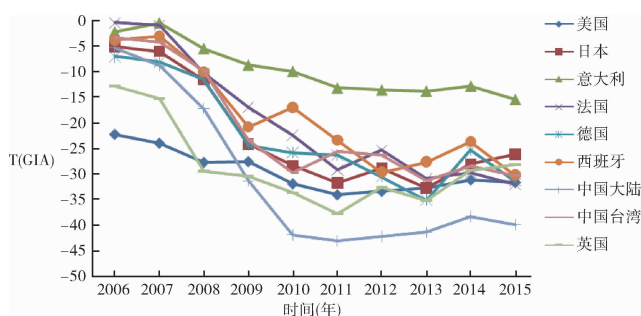


图 4 HCV 发文量前 8 个国家 2006–2015 年政产研协同程度演化态势

5 结语

协同创新是知识经济时代重要的创新方式,对协同程度的度量是相关科技创新管理决策的有力支撑。本研究对临床医学前沿领域的政产研协同创新协同度的度量开展方法研究,考察了该学科领域的的数据特征,在参考现有研究的基础上进行相应的调整和完善。首先通过对作者单位信息的考察,增添新的数据处理规则。其次通过对资助机构信息的分析,设计新的数据遴选规则及方案,不仅考虑现有研究关注到的政府部门通常作为资助方的情况,也同时注意到资助机构情况的复杂性 (包括全部由政府部门资助、政府部门与研究所或大学联合资助、政府部门与企业界联合资助、企业界与科研院所联合资助、企业单独资助等)。最后,度量考察的方面包括历史纵向和国家横向两个维度,以更加全面的视角观察和预测领域发展以及相应的协同创新程度的演化状况,可为国家、高校、科研院所及产业界等在本领域的科技创新管理决策提供基于全时段、国际视野的参考信息。以 HCV 为例进行实证检验,论证本研究方法一定程度的有效性和有益探究的价值。特别指出的是,本研究还存在一些不足之处。首先, WOS 数据库的基金资助信息规范程度

与作者单位信息有所差距,数据可能会有一些遗漏或错误,在方法应用过程中还需更进一步地调研考察和数据加工。其次,本研究基于 WOS 数据库,与选择相同数据源的现有研究一样,仅反映了以科研论文为载体的创新活动的协同程度,要想获得更为丰富的结论还需考虑专利申请、共建实验室等其他协同方式。

参考文献

- Leydesdorff L, Etzkowitz H. Emergence of a Triple Helix of University – industry – government Relations [J]. Science and Public Policy, 1996, 23 (5): 279 – 286.
- 方卫华. 创新研究的三螺旋模型: 概念, 结构和公共政策含义 [J]. 自然辩证法研究, 2004, 19 (11): 69 – 72.
- Leydesdorff L, Sun Y. National and International Dimensions of the Triple Helix in Japan: university – industry – government versus international coauthorship relations [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2009, 60 (4): 778 – 788.
- Shin J, Lee S, Kim Y. Knowledge – based Innovation and Collaboration: a triple – helix approach in Saudi Arabia [J]. Scientometrics, 2012, 90 (1): 311 – 326.
- Kwon K – S, Park H, So M, et al. Has Globalization Strengthened South Korea's National Research System? National and International Dynamics of the Triple Helix of Scientific Co – authorship Relationships in South Korea [J]. Scientometrics, 2012, 90 (1): 163 – 176.
- Ye F Y, Yu S S, Leydesdorff L. The Triple Helix of University – industry – government Relations at the Country Level and its Dynamic Evolution Under the Pressures of Globalization [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2013, 64 (11): 2317 – 2325.
- 于珊. 三螺旋模型的科学计量实证研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- Leydesdorff L, Fritsch M. Measuring the Knowledge Base of Regional Innovation Systems in Germany in Terms of a Triple Helix Dynamics [J]. Research Policy, 2006, 35 (10): 1538 – 1553.
- 邹益民, 张智雄. 创新三螺旋模型的计量研究与实践进展 [J]. 情报杂志, 2013, 32 (4): 85 – 90.
- 许海云, 齐燕, 岳增慧, 等. 三螺旋模型在协同创新管理中的计量方法和应用研究 [J]. 情报学报, 2015, 34 (3): 236 – 246.
- Abramson N. Information Theory and Coding [M]. McGraw – Hill, 1963.
- Kachko A, Frey S E, Sirota L, et al. Antibodies to an Interfering Epitope in Hepatitis C Virus E2 Can Mask Vaccine – Induced Neutralizing Activity [J]. Hepatology, 2015, 62 (6): 1670 – 1682.
- Chung E, Ferns R B, He M, et al. Ultra – deep Sequencing Provides Insights Into the Virology of Hepatitis C Super – infections in a Case of three Sequential Infections with Different Genotypes [J]. Journal of clinical virology, 2015, 70 (9): 63 – 66.
- Echevarria D, Gutfraind A, Boodram B, et al. Mathematical Modeling of Hepatitis C Prevalence Reduction with Antiviral Treatment Scale – Up in Persons Who Inject Drugs in Metropolitan Chicago [J]. PLoS ONE, 2015, 10 (8): e0135901.
- Yuan H J, Adams – Huet B, Petersen T, et al. A Single Nucleotide Polymorphism in IL28B Affects Viral Evolution of Hepatitis C Quasispecies after Pegylated Interferon and Ribavirin Therapy [J]. Journal of medical virology, 2012, 84 (12): 1913 – 1919.
- Leydesdorff L, Park H W, Lengyel B. A Routine for Measuring Synergy in University – industry – government Relations: mutual information as a Triple – Helix and Quadruple – Helix indicator [J]. Scientometrics, 2014, 99 (1): 27 – 35.
- 中国科学院科技战略咨询研究院, 中国科学院文献情报中心, Clarivate Analytics. 2016 研究前沿 [R/OL]. [2017 – 04 – 20]. <http://ip – science.thomsonreuters.com.cn/media/2016researchfront.pdf>.
- 崔妹娟, 王晓春. 丙型肝炎流行状况及危险因素的研究进展 [J]. 中国艾滋病性病, 2014, 20 (2): 141 – 144.