

会聚科学的测度及启示

孙孟新¹, 栾春娟²

1. 中国科学院大学人文学院, 北京 100039
2. 大连理工大学公共管理与法学学院, 辽宁大连 116024

摘要 科学会聚是 21 世纪世界科学发展的趋势和选择。以 SCI 和 SSCI 数据库中“气候”研究主题文献为例, 借助信息可视化软件和技术手段, 绘制了学科可视化知识图谱, 分析了会聚科学发展过程中的学科发展趋势。结果表明, 全球气候研究分布于自然科学、社会科学、人文科学和跨学科等多个学科门类; 气候研究的论文产出接近于指数增长趋势, 学科数量接近于线性增长趋势。研究结果对科技人力资源的配置、高等教育人才的培养具有一定启示。

关键词 会聚科学; 知识测度; 知识图谱

中图分类号 N031, G301

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2013.21.011

Measurement of the Convergence of Science and Its Policy Implication

SUN Mengxin¹, LUAN Chunjuan²

1. School of Humanities, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China
2. School of Public Administration and Law, Dalian University of Technology, Dalian 116024, Liaoning Province, China

Abstract The convergence of science is a natural tendency and a sure choice for the development of science worldwide in the 21st century. Taking as examples the climate-related literature in the data banks of both SCI and SSCI, and applying the newly-emerged visualized information software and technical means, the paper obtains visualized subject-specific maps of knowledge domains, which may be used to analyze the development trend of disciplines in the evolution of the converging science. As indicated by the analysis, the subject distribution of global climate researches covers many disciplines including the natural sciences, the social sciences, the humanities, and other cross-cutting subjects. The number of climate-related papers increases sharply, and the number of subjects is also in gradual increase. The research results would be remarkably indicative to the allocation of S&T human resources and the fostering of talents in higher-learning institutions in China. Some further and in-depth studies are required in the micro level.

Keywords converging sciences; knowledge measurement; mapping knowledge domain

0 引言

科学技术的会聚发展 (science & technology convergence) 代表着全球科学技术发展的未来趋势^[1-4]。综合国内外有关科学技术会聚的相关研究成果^[2,3,5-7], 可以将“科学技术会聚”定义为: 科学技术发展过程中的协同与融合, 即一个科学技术领域的发展, 往往吸取了其他相关科学与技术领域的成果, 这种科学领域之间、技术领域之间以及科学与技术领域相互之间的协同与融合现象。科学技术的会聚发展, 体现了“科学要统一, 技术要会聚, 人类要进步”的新思维^[8]。

会聚 (convergence), 即收敛、融合与集合。1963 年, Rosenberg^[9]将“科学技术会聚”描述为: 在一个较大范围内, 在产品发展的较高阶段, 往往出现使用相似的技术、方法和设备的情形。其后有学者讨论了计算机科学与通信技术的融合^[10]、其他不同类型科学技术会聚产生新领域的情形^[11]。

2001 年 12 月, 美国商务部、美国国家科学基金会、美国国家科技委员会纳米科学与工程与技术分委会联合发起“提高人类技能的会聚技术”研讨会, 围绕“科学统一与技术会聚”主题进行了讨论, 认为科学技术已经发展到了一个分水岭,

收稿日期: 2013-04-01; 修回日期: 2013-05-27

基金项目: 国家自然科学基金项目 (71073015)

作者简介: 孙孟新, 博士研究生, 研究方向为科学技术哲学, 电子信箱: mengxins@gmail.com; 栾春娟 (通信作者), 副教授, 研究方向为知识产权与科技前沿, 电子信箱: julielcj@163.com

相关研究问题的产生,同时造成了沿海地区洪涝、风暴等自然灾害不断发生,带来与水资源、公共安全与健康、环境科学、海洋学、农学等一系列学科相关的问题^[32,33]。这一系列相关问题的解决,绝不会是单一科学领域的科学家和学者所能做到的,必

须依靠相关科学领域的科学家与研究者共同努力和应对。

全球“气候”主题文献共涉及到 150 个学科,其中文献数量在 100 篇以上、分布最高的 10 个学科领域如表 1 所示。

表 1 显示,“气候”主题研究文献涉及最多的学科是气象

表 1 “气候”主题文献分布最高的 10 个学科领域

Table 1 Top 10 subjects on climate topics

序号	频次	学科分布
1	717	Meteorology & Atmospheric Sciences(气象学和大气科学)
2	539	Environmental Sciences(环境科学)
3	501	Geosciences(地球科学)
4	379	Ecology(生态学)
5	213	Geography(地理学)
6	198	Water Resources(水资源)
7	168	Environmental Studies(环境学)
8	131	Oceanography(海洋学)
9	111	Forestry(林业)
10	101	Biodiversity Conservation(生物多样性保护)

学和大气科学。气象学从定性和定量 2 个方面,集中研究大气的天气情况、大气的变化规律等,并做出及时准确的天气预测。大气科学是研究大气的各种现象及其演变规律,以及人类如何利用这些规律的一门学科。不管是大气科学还是其他学科领域,在研究“气候”相关问题时,都涉及到人类相关的内容,比如气候变化对人类生产、生活、健康、安全等各方面的影响等,因此,“气候”主题的研究,是一个比较典型的科学会聚发展的实例。自然科学、社会科学和人文科学等会聚发展,将对“气候”主题的研究提供更多的思路 and 理念。

3 会聚科学的发展趋势测度

利用 SCI-E 和 SSCI 数据库中的 analyze 分析软件,对“气候”主题文献题录中的学科分类进行逐年统计,绘制出“气候研究的科学会聚发展趋势”(图 2)。统计了 SCI 数据库 1955—2009 年的学科发展趋势和论文发展趋势;由于购买的数据库年限所限,只统计了 SSCI 数据库 1998—2009 年的学科发展趋势和论文发展趋势。

图 2 显示,SCI,SSCI 数据库中的“气候”主题文献,学科数量都随着论文数量的增加而增加,二者呈现出比较高度一

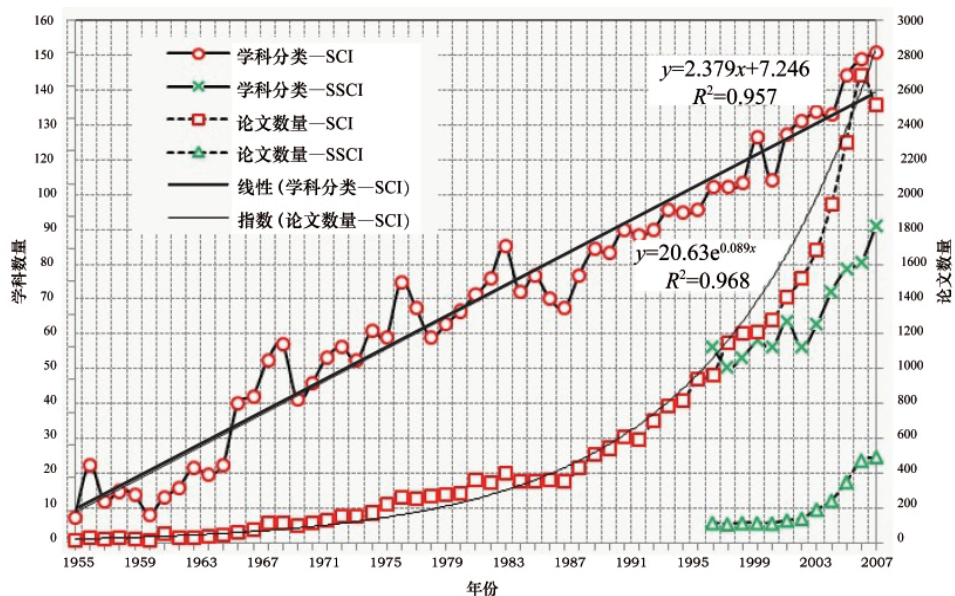


图 2 “气候”研究的科学会聚发展趋势

Fig. 2 Developing trend of converging science on climate studies

致的发展趋势。SCI 数据库 1955—2009 年间,学科的年平均增长速度是 8.83%, 论文的年平均增长速度是 13.77%;1955 年只有 8 个学科,2009 年发展到 150 个学科。SSCI 数据库 1998—2009 年间,学科的年平均增长速度是 4.87%, 论文的年平均增长速度是 15.24%;1998 年有 60 个学科,2009 年增长到 97 个学科。

对 SCI 气候研究的论文数量趋势分析显示, 论文数量的增长非常接近于指数增长趋势,拟合优度 $R^2=0.968$,验证了普赖斯的科学指数增长的定律^[30]。对 SCI 气候研究论文的学科数量的趋势分析结果显示,学科数量的增长更接近于线性增长趋势,其拟合优度 $R^2=0.957$ 。

4 结论

(1) 主要结论。借助信息可视化分析软件 CiteSpace,结合 Web of Science 数据库中关于学科分类的统计,以全球“气候”研究主题文献为应用实例,对会聚科学进行了测度。结果表明,全球气候研究的学科分布很广,包括自然科学、社会科学、人文科学和跨学科等多个学科门类,其中以自然科学门类中所包含的气象学与大气科学、环境科学和地球科学等为主要学科。

SCI-E 和 SSCI 数据库中的气候研究主题文献,学科数量都随着论文数量的增加而显著增加,二者都呈现出明显的增长发展趋势。论文数量的增长趋势接近于指数增长趋势,学科数量的增长趋势接近于线性增长趋势。

SCI-E 数据库 1955—2009 年间,学科年平均增长速度是 8.83%,2009 年已发展到 150 个学科。SSCI 数据库 1998—2009 年间,学科年平均增长速度是 4.87%,2009 年已增长到 97 个学科。

(2) 主要启示。会聚科学测度的研究及成果,对科学研究中的人力资源配置、实验室建设、对外科学技术合作与交流、高等教育人才培养计划的制定与学科设置等规划发展,具有重要的启示。科学会聚是大科学时代科学发展的必然选择和趋势,学科的交叉与融合已成为知识生产的新趋势^[35]。在科学研究领域,打破学科界限、开展通力合作、整合各学科资源,加强学科之间的渗透,建立跨学科的学术组织,推动跨学科的研究,改变原有的条块分割、各自为战的局面,建立鼓励科技人员流动开放的新机制,鼓励多学科参与、具有创新思想的项目,将是 21 世纪世界科学研究和科学发展的必然趋势和选择。

高等教育人才培养计划中,应考虑多设置跨学科专业的平台课程,可以通过选修、辅修等多种制度设计,打破学科间的壁垒,健全和完善高层次复合型人才的培养机制。实行跨学科的教育,重组教育资源,加强学科融合,实施适应 21 世纪人才培养需要的一系列措施^[33],将有利于中国会聚科学的发展和综合国力的提高。

(3) 不足及展望。本研究的不足主要表现在 2 个方面:

① 尽管绘制了“气候”研究主题文献的学科可视化图谱,反映了学科分布的整体状况和大致关系,但仅是一个比较宏观层面的分析。就具体学科之间而言,该图谱尚不能深入揭示具体学科之间的内在关系;② 与 SCI 数据样本的时间范围相比,由于受所用数据库限制,SSCI 数据的选择时间范围偏小,未能与 SCI 数据进行同步比较。

在进一步的研究中,应进行更加细致深入的微观层面分析,以确切把握具体学科之间的内在关系和相互作用;同时, Thomson Reuters 公司出版的 SCI 和 SSCI 引文数据库已可回溯到 1900 年,因此有望选取更长时间范围的数据样本进行研究主题可视化分析。

参考文献 (References)

- [1] Roco M C. Possibilities for global governance of converging technologies [J]. *Journal of Nanoparticle Research*, 2008, 10(1): 11-29.
- [2] Geum Y, Kim C, Lee S, et al. Technological convergence of IT and BT: Evidence from patent analysis[J]. *ETRI Journal*, 2012, 34(3): 439-449.
- [3] Roco M C, Bainbridge W S. Converging technologies for improving human performance: Integrating from the nanoscale[J]. *Journal of Nanoparticle Research*, 2002, 4(4): 281-295.
- [4] Pollak A. Growth and convergence when technology and human capital are complements[J]. *Economic Inquiry*, 2013, 51(1): 31-45.
- [5] Roco M C. Coherence and divergence of megatrends in science and engineering[J]. *Journal of Nanoparticle Research*, 2002, 4(1-2): 9-19.
- [6] 吴丹青, 张菊. 创新学术组织 应对技术会聚 [J]. *中国高教研究*, 2005 (5): 26-27.
Wu Danqing, Zhang Ju. *China Higher Education Research*, 2005(5): 26-27.
- [7] Roco M C. Science and technology integration for increased human potential and societal outcomes [C]//Roco Memcd. *Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*. New York: The New York Academy of Sciences, 2004: 1-16.
- [8] Roco M C, Bainbridge W S. Converging technologies for improving human performance: Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science [M]. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, 2003.
- [9] Rosenberg N. Technological-change in the machine-tool industry, 1840-1910[J]. *Journal of Economic History*, 1963, 23(4): 414-443.
- [10] Curran C S, Leker J. Patent indicators for monitoring convergence—examples from NFF and ICT [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2011, 78(2): 256-273.
- [11] Whybark C. Convergencomics: Strategic innovation in the convergence era[J]. *Service Business*, 2010, 4(3/4): 305-306.
- [12] 米黑尔·罗科, 威廉·班布里奇. 聚合四大科技, 提高人类能力[M]. 蔡曙山, 王志栋, 周允程, 等译. 北京: 清华大学出版社, 2010.
Roco M C, Bainbridge W S. *Converging technologies for improving human performance* [M]. Cai Shushan, Wang Zhidong, Zhou Yuncheng, et al. trans. Beijing: Tsinghua University Press, 2010.
- [13] 张宁, 罗长坤. “会聚技术”及其对科技管理的影响[J]. *研究与发展管理*, 2005, 17(5): 97-100.
Zhang Ning, Luo Changkun. *R & D Management*, 2005, 17(5): 97-100.
- [14] 陈凡, 杨艳明. 哲学视野下的会聚技术探析 [J]. *科学技术哲学研究*, 2013(2): 68-73.

- Chen Fan, Yang Yanming. Studies in Philosophy of Science and Technology, 2013(2): 68-73.
- [15] 吕乃基. 会聚技术——高技术发展的最高阶段 [J]. 科学技术与辩证法, 2008(5): 62-65.
Lü Naiji. Science Technology and Dialectics, 2008(5): 62-65.
- [16] Yasunaga Y, Watanabe M, Korenaga M. Application of technology roadmaps to governmental innovation policy for promoting technology convergence [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2009, 76(1): 61-79.
- [17] Nystrom A G. Dynamics in the finnish telecommunications sector—The relevance of business networks and technological convergence as a driver[J]. Ekonomiska Samfundets Tidskrift, 2008, 61(3): 131-160.
- [18] Stazi A. Technological convergence and competition on the edge—"emerging markets" and their regulation [J]. Iic-International Review of Intellectual Property and Competition Law, 2007, 38(8): 958-979.
- [19] Bores C, Saurina C, Torres R. Technological convergence: A strategic perspective[J]. Technovation, 2003, 23(1): 1-13.
- [20] Athreye S, Keeble D. Technological convergence, globalisation and ownership in the UK computer industry[J]. Technovation, 2000, 20(5): 227-245.
- [21] Epstein J H. Technology -Technologies converge in new products [J]. Futurist, 1998, 32(8): 12-13.
- [22] 徐嘉鹏. NBIC 会聚技术为我国发展带来新机遇[J]. 功能材料信息, 2005, 2(1): 70.
Xu Jiapeng. Functional Materials Information, 2005, 2(1): 70.
- [23] 关苑君, 李世阳, 陈省平, 等. 基于学科会聚的转化医学科技创新平台建设[J]. 科技管理研究, 2012(23): 6-10.
Guan Yuanjun, Li Shiyang, Chen Shengping. Science and Technology Management Research, 2012(23): 6-10.
- [24] 伍蓓, 陈劲, 蒋国俊, 等. 学科会聚的起源、模式及影响因素分析[J]. 高等工程教育研究, 2008(2): 73-78.
Wu Bei, Chen Jing, Jiang Guojun, et al. Research in Higher Education of Engineering, 2008(2): 73-78.
- [25] Wooley J C. Interdisciplinary innovation in international initiatives—Enabling scientific discovery via disciplinary interfaces: A discussion informed by the Trento Conference on converging science [C]//Priami CCLES. Transactions on Computational Systems Biology Iv. Berlin: Springer-Verlag Berlin, 2006: 14-37.
- [26] Roco M C. Converging science and technology at the nanoscale: Opportunities for education and training [J]. Nature Biotechnology, 2003, 21(10): 1247-1249.
- [27] Chen C M, Kuljis J. The rising landscape: A visual exploration of superstring revolutions in physics [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2003, 54(5): 435-446.
- [28] Chen C M. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006, 57(3): 359-377.
- [29] 王续琨. 交叉科学结构论[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 2003.
Wang Xukun. Interdisciplinary science structure theory [M]. Dalian: Dalian University of Technology Press, 2003.
- [30] Khatun K. Integrating national forestry initiatives in India with international climate change policy[J]. Climate Policy, 2013, 13(3): 384-402.
- [31] Wilk J, Andersson L, Warburton M. Adaptation to climate change and other stressors among commercial and small-scale South African farmers [J]. Regional Environmental Change, 2013, 13(2): 273-286.
- [32] Petrosillo I, Semeraro T, Zaccarelli N, et al. The possible combined effects of land-use changes and climate conditions on the spatial-temporal patterns of primary production in a natural protected area[J]. Ecological Indicators, 2013, 29: 367-375.
- [33] Boeker L, Prillwitz J, Dijst M. Climate change impacts on mode choices and travelled distances: A comparison of present with 2050 weather conditions for the Randstad Holland [J]. Journal of Transport Geography, 2013, 28: 176-185.
- [34] Solla Price. Little science, big science[M]. New York: Columbia University Press, 1963.
- [35] 邹晓东, 李张. 学科会聚: 知识生产的新趋势 [J]. 科技进步与对策, 2007(6): 112-115.
Zou Xiaodong, Li zhang. Science & Technology Progress and Policy, 2007(6): 112-115.

(责任编辑 陈广仁)

·学术动态·



“第 10 届光华工程科技奖”候选人推荐及遴选

2013 年 6 月 25 日,中国科协学会学术部发布“关于开展第 10 届光华工程科技奖候选人推荐工作的通知”。

受中国工程院委托,中国科协组织全国学会、协会、研究会开展第 10 届光华工程科技奖候选人推荐及遴选工作。请全国学会按照“光华工程科技奖章程”、“光华工程科技奖管理细则”和条件要求,认真组织专家进行评议、推荐,原则上工程奖、青年奖各推荐 1 名。

光华工程科技奖由中国工程院管理、承办,面向全国的中国籍学者(包括居住在台湾省和香港、澳门特别行政区以及侨居他国者),奖励在工程科学技术及管理领域取得突出成绩和重要贡献的工程师、科学家。

详见中国科协网 <http://www.cast.org.cn/n35081/n35488/14814870.html>。