

京津冀产学研协同创新绩效影响因素分析

——基于多维邻近性视角

陈红军¹, 谢富纪²

(1.北京经济管理职业学院 管理学院,北京 100102;2.上海交通大学 安泰经济与管理学院,上海 200240)

摘要:产学研协同创新是区域协同发展的内在动力,多维邻近性作为创新主体获取外部知识的关键因素,对协同创新绩效有重要影响。文章基于多维邻近性视角,采用京津冀28所高校和492家企业2009—2018年在中国国家知识产权局共同联合申请并授权的发明专利数据,运用负二项回归模型进行了实证分析。研究结果表明:①地理邻近性对产学研创新主体间的协同创新绩效具有显著促进作用;②制度邻近性对产学研主体协同创新具有积极正向作用;③技术邻近性对产学研协同创新绩效具有显著倒U型作用;④技术邻近性与地理邻近性的交互作用会对京津冀产学研协同创新绩效产生显著负向影响;⑤技术邻近性与制度邻近性的交互作用对京津冀产学研协同创新绩效产生显著负向影响;⑥地理邻近性与制度邻近性的交互作用对京津冀产学研协同创新绩效产生正向作用但不显著。因此,京津冀应加大交通运输基础设施和通信网络投资,加强企业自主技术创新能力建设,加快完善制度和市场一体化政策的实施和管理,发挥多维邻近性对协同创新绩效的交互作用,实现科技创新资源优化聚集,形成京津冀协同创新共同体。

关键词:地理邻近性;技术邻近性;制度邻近性;产学研协同创新;负二项回归

中图分类号:F124.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2021)10—0108—11

一、引言

城市群经济已成为促进我国区域经济发展的新引擎。京津冀都市圈作为我国创新资源最集中的地区,必须加强产学研合作,发挥示范引领辐射作用,形成京津冀协同创新共同体,促进京津冀区域经济一体化,打造世界经济城市群增长极。

产学研协同创新是企业、政府、高校及科研机构等组织共同合作实现知识价值增值的过程,知识价值的增值不仅取决于知识自身价值大小,更取决于知识扩散传播的广度和深度。产学研协同创新是一个非常复杂的要素综合体,其包括知识、资源与行为在空间与非空间的整合,需要通过频繁的交互来促进信息和知识共享,尤其知识是缺省、复杂的和粘滞的情况下,需要通过建立信任和组织学习来帮助解决协调问题(Balland et al, 2015;陈劲和阳银娟,2012)。协同创新是产学研主体进行知识学习、创造与更新的动态过程,知识的创新和扩散越来越依托于跨区域创新主体的合作。近年来复杂网络研究为产学研协同创新提供了研究基础。既往有关多维邻近性的研究表明,企业和大学间地理、技术和制度邻近性有利于产学研双方进行相互知识学习和转移,促进协同创新合作绩效(夏丽娟等,2017;Crescenzi et al,2016)。因此,从知识管理、协同创新和组织学习理论出发,从动态、多维邻近性视角揭示多维邻近性对京津冀都市圈产学研协同创新绩效的影响效应,对企业创新决策、国家区域创新政策的制定和提高城市群产学研协同创新绩效意义重大。

二、文献回顾

国内外学者对产学研协同创新绩效进行了大量研究,主要围绕产学研创新主体组织特征、合作关系、网络结构、多维邻近性四个方面进行了研究;①创新主体组织特征对产学研协同创新绩效的影响研究。相关研究从产学研主体的自身属性特征、技术环境等方面分析了区域产学研合作创新绩效的影响因素,认为企业和高校的技术创新能力、政府财政资金支持、地区科技市场水平对产学研协同创新绩效产生重要影响(朱婧祎,2020;Piva

收稿日期:2021—02—12

基金项目:教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“创新驱动发展战略的顶层设计与战略重点研究”(15JZD017);北京经济管理职业学院科研课题“首都临空经济区跨境电商企业的数字化转型策略研究”(20BSA02)

作者简介:陈红军,博士,北京经济管理职业学院教授,研究方向:技术创新管理与区域经济;谢富纪,博士,上海交通大学教授,博士研究生导师,研究方向:技术创新管理与区域经济。

et al, 2018);②协同创新合作关系对创新绩效的影响研究。李朝明等(2016)认为,协同创新是组织间进行资源共享、优势互补的一种战略合作模式。刘和东和钱丹(2016)认为产学研双方的合作程度、合作模式对产学研合作绩效影响显著;③产学研协同创新网络结构对创新绩效的影响研究。很多研究认为产学研协同创新是一个生态网络系统,网络结构、网络强度、知识势差、转移意愿和学习能力等因素对产学研协同创新绩效影响重大(余谦等, 2020; 刘璇等, 2015; Aldieri 和 Vinci, 2016; 刘佳等, 2020)。也有学者运用复杂网络理论构建知识扩散模型,从企业网络关系嵌入的视角,分析了产学研协同创新知识传播扩散的规律,讨论了产学研主体知识吸收、更新和转化的动态关系(常西银, 2018)。以上研究主要围绕协同创新合作过程的影响因素展开了研究,是基于资源和机会观的研究视角;④多维邻近性与产学研合作创新绩效的影响关系研究。关于多维邻近性概念的研究至今尚没有形成统一的认识,多维邻近性的定义主要包括空间和非空间维度。多维邻近性对协同创新的效率存在着不同影响。大量研究认为地理邻近性、技术邻近性和制度邻近性是跨组织协同创新的主要影响因素,可以提高企业和公共研发机构协同创新绩效(Knoben 和 Oerlemans, 2006; Boschma 和 Frenken, 2010)。空间地理距离越近的企业,越有可能发生知识溢出(Nikos et al, 2015)。技术邻近性和地理邻近性可以促进产学研创新主体的知识转移和吸收(Grillitsch 和 Nilsson, 2015)。Wang 和 Zhang(2018)研究发现知识扩散传播效率随产学研创新主体空间距离的变化而变化。吴卫红等(2016)研究认为区域市场化制度对京津冀协同创新有积极影响,而地方保护制度对创新绩效具有消极作用。也有一些学者进行了多维邻近性的动态作用研究,结果发现,多维邻近性之间的交互作用对京津冀产学研协同创新绩效呈现替代性或互补性影响,也就是说某一维度邻近性的高低对创新绩效的影响在另一维度邻近性的不同水平上有差异(Steinmo 和 Rasmussen, 2016; 党兴华和弓志刚, 2013; 杨博旭等, 2019; 王海花等, 2019)。上述研究主要集中在产学研合作主体中大学或企业一方作为调查对象,采用专利引用量、专利申请或授权数量及新产品数等个体特征作为分析变量,较少有研究使用产学研主体共同申请并授权的发明专利数据作为分析变量,对于不同邻近性在协同创新网络中对创新绩效具体起到什么样的作用和发挥作用程度的大小,并没有得出有效的结论。

因此,根据上述讨论,本文以大学和企业协同创新作为研究对象,基于2009—2018年京津冀都市圈28所大学与492家企业在中国知识产权局联合申请并授权的发明专利作为分析变量,并以地理、技术和制度邻近性构建京津冀产学研协同创新理论模型,旨在探讨地理、技术和制度邻近性对京津冀城市群产学研协同创新绩效的影响效应,以便为制定京津冀产学研协同创新管理机制提供更多的理论与实证依据,帮助产学研创新主体利用多维邻近性来加强知识学习、交流和转移,提高区域技术协同创新能力。

三、研究假设

(一)地理邻近性

地理邻近性通常用两个协同创新组织之间的绝对地理距离的倒数来表示(Boschma, 2005)。过往研究认为产学研协同创新主要包括显性和隐性知识的转移和转化,主要通过提供面对面交流沟通机会和降低交易成本两种途径来实现创新主体间的知识溢出。在技术协同创新过程中,隐性知识的转移对产学研协同创新绩效的影响最大,如果隐性知识强度越大,就越难以传播,就更需要通过彼此紧密交流互动沟通、模仿学习、体会和感悟那些“只可意会不可言传”的知识,实现频繁的面对面沟通(Hong 和 Su, 2013; Hinzmann et al, 2019)。大学之间的研究合作频率随着距离的增大而呈指数下降,地理邻近性越高越有利于实现频繁的面对面沟通,消除不均衡性的认知,达成知识的共识;如果地理距离越远,那么大学与企业之间的合作可能性就越小(Katz, 1994; He et al, 2021)。基于此,本文提出假设1:

地理邻近性对京津冀城市群产学研协同创新绩效的影响具有正向作用(H1)。

(二)技术邻近性

技术邻近性主要是指产学研主体之间的技术经验和知识基础的相似或相近程度(Jaff, 1986)。产学研协同创新合作双方不仅需要有较强的共有知识和技术基础,而且还要有一定技术差异性,从而避免产学研双方对旧的技术路径产生依赖。产学研协同创新合作主要表现为隐性知识的吸收方面,合作创新主体之间不仅需要频繁地交流和互动,如果技术邻近性低,将很难识别和吸取新技术中的隐性知识,则合作的可能性相对就会变小。过往研究发现,技术邻近性提高会促进产学研协同创新绩效,技术邻近性对京津冀产学研协同创新绩效的影响呈现倒U型作用,不是纯粹的线性相关关系。技术邻近性的提升存在一个阈值(突破点),超过这个突破点,双

方知识的互补性就会变小,创新动力不足,合作创新绩效就开始下降(刘志迎和单洁含,2013;Mowery et al, 1998; Chen 和 Xie, 2018)。本文认为,京津冀城市群的产学研创新主体之间存在适度的技术邻近性,有利于沟通交流,可提升创新绩效。然而,如果技术邻近性过高,由于产学研主体之间知识异质性比较低,则合作互补性就比较差,就难以提高协同创新绩效。基于此,本文提出假设2:

技术邻近性对京津冀城市群产学研协同创新绩效的影响具有倒U型作用(H2)。

(三)制度邻近性

制度邻近性是指产学研合作双方在各自所在区域宏观层面的制度接近度或相似程度(North, 1991)。产学研合作创新绩效的影响主要表现为促进产学研主体开放沟通交流学习,减少由于制度框架、规范、文化和价值观等多方面的差异引起的合作不确定性。如果产学研双方的组织文化和体制形式非常接近,则会提高团队学习的强度;相反,不同的创新环境将会阻碍创新互动,限制城市群的产业整合(吴和成和赵培皓, 2020)。过往研究发现,在同一制度环境下,产学研创新主体有比较相近的行为规范和价值观念,就更容易产生互相信任,形成共同的项目目标,越容易提供更多的有益知识信息,更有利于减少合作不确定性,促成最大限度的合作(Legendijk 和 Lorentzen, 2007; Cassi 和 Plunket, 2015)。可见,制度邻近性越接近的产学研创新主体可保持形成的规范、程序和规则,维持原有的激励和协调惯例,通过表达他们的想法和行动,实现快速的知识转移,促进持续地创新合作。基于此,本文提出假设3:

制度邻近性对京津冀城市群产学研协同创新绩效的影响具有正向作用(H3)。

(四)邻近性的交互作用

1. 技术邻近性与地理邻近性的交互作用

一个区域经济组织的成功和发展离不开创造新知识和新技术的能力。新知识和新技术经常通过与外部组织的互动学习获得,这种知识和技术的获取可以帮助企业准确评估新的信息、机会和附加价值。但是,组织间的创新如果缺乏吸收能力将难以整合两种截然不同的知识体系,将不能产生更好的创新绩效。如果技术邻近性太低,创新产出就会减少;相反,如果知识太过于密切,冗余和缺乏学习机会也可能会减少创新产出。地理邻近性有益于企业外部知识的获得,地理距离邻近为企业和大学共享科研设备等资源提供了条件,更有利于面对面的沟通交流,提升隐性知识学习转移效率(Jaffe et al, 1993)。地理邻近性和技术邻近性的交互作用存在替代效应,地理邻近有助于企业进行交互式学习,可减缓技术邻近性的作用(刘凤朝, 2020; 王庆喜, 2013)。基于此,本文提出假设4:

地理邻近性与技术邻近性的交互作用对京津冀城市群产学研协同创新绩效具有负向作用(H4)。

2. 技术邻近性与制度邻近性的交互作用

由于组织理性有限,企业和个人都习惯于依赖自己原有的知识、经验和分析判断能力,组织之间的隐性知识的交流和转移,需要双方彼此高度的信任和理解。制度邻近性作为协调机制,可以缓和技术邻近性的负面影响,促进知识和互动学习的交流,以实现专业化回报。如果创新主体缺乏共同的社会文化基础,则会阻碍技术、知识等创新要素的流动,从而影响创新效果。制度邻近能降低知识和信息的沟通与转移成本,加强知识更深入的组合和调整,获得更多的专业效益,从而促进双方更密切地合作(Noonan et al, 2020)。基于此,本文提出假设5:

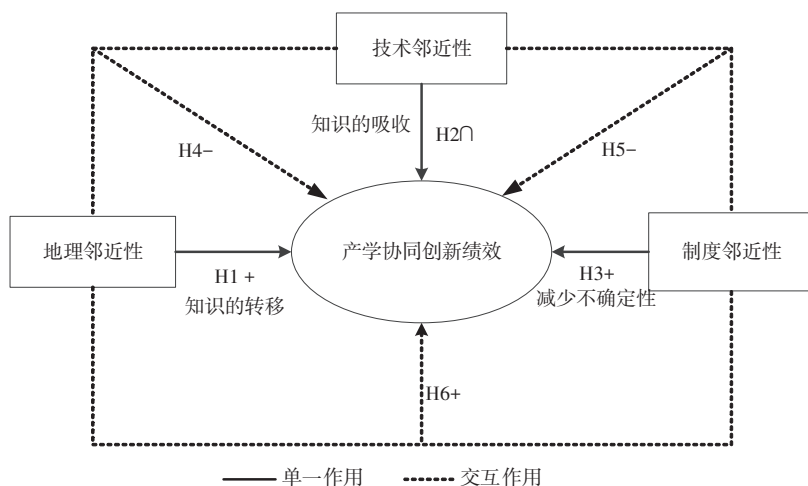
制度邻近性与技术邻近性的交互作用对京津冀城市群产学研协同创新绩效具有负向作用(H5)。

3. 地理邻近性与制度邻近性的交互作用

地理邻近性的重要作用不仅与空间聚集产生的利益相关,而且与社会和文化有关。制度邻近性具有协调创新组织的机制,使信息和知识的传递与交换成为可能(Davenport, 2005)。同时,制度邻近性可以塑造社会关系,利于知识转移,从而指导创新资源在区域生产结构的重新布局。地理邻近性在促进产学研协同创新中的作用取决于各种制度安排,地理位置越近的创新主体可以通过合作来获得政府政策的支持,并为协同创新提供制度优势;而在制度相似的环境下,地理邻近性高的产学研合作主体将有更多的学习和交流机会。产学研主体之间地理空间距离越相近,文化认同感越强,越有利于降低技术交易成本,减少不必要的知识转移损失,从而提升协同创新绩效。基于此,本文提出假设6:

地理邻近性与制度邻近性的交互作用对京津冀城市群产学研协同创新绩效具有正向作用(H6)。

基于以上地理邻近性、制度邻近性和技术邻近性对京津冀产学研协同创新绩效影响机理的分析,本文的理论分析框架如图1所示。



注：图中“+”表示正向作用；“-”负向作用；“∩”表示倒U型作用。

图1 理论分析框架

四、数据与方法

（一）样本与数据

考虑数据一致性原则,本文因变量数据来源为京津冀2009—2018年在国家知识产权局企业和大学共同申请并授权的发明专利数量作为分析变量。自变量及控制变量数据分别从企业、高校网站或网络相关公开披露的数据获得。

本文选择了具有“大学”或“学院”关键词进行“大学发明专利数据”筛选,选择了具有“公司”“企业”“集团”“厂”关键词进行“企业发明专利数据”筛选,并根据关键词两两进行组合,构成企业与大学联合申请发明专利数据库。筛选过后的发明专利数据统计分析后发现,高校投资的衍生企业申请发明专利数量较多,如清华紫光、清华同方集团和北大方正集团公司等,为了更好的研究大学和企业的合作情况,去除了这些衍生企业数据。最后选取了28所高校和492个企业的联合申请并授权的发明专利数据作为研究样本,如果一条发明专利数据库包含两个以上产学研合作单位共同申请发明专利的情况,将按照不同产学研合作组织进行两两拆分,每个组合计作一次共同申请(一次合作),来构成产学研合作发明专利数据库,最终收集样本观察数为2623个。

（二）变量与测量

1. 因变量

本文用企业和大学共同申请并授权的发明专利数量来测量。一般情况下,相比实用新型和外观设计专利而言,发明专利的申请授权更难,作为创新研究变量更具有代表性。发明专利授权量往往滞后于发明申请量,故采用企业和大学共同申请并授权的发明专利数量作为因变量。

2. 自变量

(1)地理邻近性。地理距离通常用球面距离来测量,由于本文采用的样本数据量比较大,地理距离计算工作量非常巨大。因此,本文采用了简化地理距离的测量方法,采用共同申请发明专利的企业和大学注册地之间的直线距离来衡量地理距离,该数据可通过百度地图软件中的测距功能来获得。由于很多合作企业和大学位于同一个城市,测得数值为0,地理距离数据相对比较分散。因此,本文使用物理距离+1来进行计算地理邻近性。

(2)制度邻近性。由于制度邻近性包括正式和非正式制度,涉及因素多,较难用单一指标来进行测度。Ejerme和Karlsson(2006)用区分是否在同一区域的虚拟变量来反映制度邻近性,借鉴这一方法,用产学研合作的大学和企业的企业是否位于同一个省市来表示制度邻近性,同一省市为“1”,否则为“0”。

(3)技术邻近性。关于技术邻近性的测量,比较常用的是Jaffe(1986)提出的技术距离的测量方式。公式如下:

$$Tec_{ij} = \sum_{k=1}^{120} f_{ik} f_{jk} / \sqrt{\sum_{k=1}^{120} f_{ik}^2 \sum_{k=1}^{120} f_{jk}^2} \quad (1)$$

其中:120表示根据国际专利分类法技术将发明专利分成120类; f_{ik} 为*i*单位在第*k*类专利中申请的发明专利总数; f_{jk} 为*j*单位在第*k*类专利中申请的发明专利总数; Tec_{ij} 为*i*单位和*j*单位之间的技术距离,如果 Tec_{ij} 值越接近1,就表明产学两个创新主体之间的技术结构越相近,如果测量结果越接近0,表明产学两个创新主体之间技术结构越远。

(三)控制变量

1. 大学实力

借鉴Hong和Su(2013)对“大学声誉”的测量方法,本文采用网大网站(www.nethbig.com)提供的分数来衡量。从网大中国大学排行榜指标权重体系看,大学声誉得分(15%),学术资源得分(20%),学生情况得分(12%),教师资源得分(19%),学术成果得分(22%),物资资源得分(12%)。本文认为,采用大学综合实力得分更全面,故取2009—2018年大学综合得分的分数均值作为大学实力的测量指标。对于缺失数据的年份,大学综合实力得分本文用获得的最近一年的数据来进行替代。

2. 企业规模

规模比较大的企业与大学进行协同创新合作时,基本不会因地理距离的限制受到影响。因此,用企业从业人员数量来表征“企业规模”,该数据主要通过公司网站、财务年报及互连网等公开数据资料查询统计获得。按照国家统计局《统计上大中小微型企业划分办法(2017)》有关工业企业的分类标准,分为以下四类企业,见表1。分别用“1”“2”“3”“4”来表示。

表1 企业规模划分标准

企业规模	企业分类	从业人员	营业收入(万元)
1	微型企业	0~20人	0~300
2	小型企业	20~300人	300~2000
3	中型企业	300~1000人	2000~40000
4	大型企业	1000人以上	40000以上

3. 企业年龄

企业年龄用共同申请发明专利日的年份和企业注册成立时的年份的差额来表示。本文采用Cochran(1968)提出的最优分位概率方法,将企业人数按照0%、11%、35%、65%、89%、100%5个分界点进行计算分类,企业年龄数据相应也被转换成1~5,“1”表示公司非常年轻,“5”表示公司相对较老。

4. 企业类型

企业类型主要包括国有企业、个人企业和外资(合资)企业三类。本文用虚拟变量“1”和“0”来表示是否属于该企业类型。

五、实证分析

(一)实证模型

因为产学联合申请并授权的发明专利数量是非负的离散整数变量,通常采用泊松分布或负二项回归模型来测量。在本文样本数据中,样本方差明显大于均值,样本方差是均值的1.49倍,用泊松模型则会降低估计效率(Cameron,2005),故本文采用负二项回归模型来进行实证研究。

(二)描述性统计

各变量的描述性统计结果见表2,自变量相关系数矩阵见表3。从表2和表3可以看出,样本数据方差膨胀因子(VIF)的平均值为1.31,且Pearson相关系数均小于0.7,本文不需考虑多重共线性问题。在进行交互项数据统计时,本文对交互项做了中心化处理。在进行数据回归时,考虑虚拟变量陷阱问题,只对国有企业和外资企业进行数据回归。

表2 变量及描述性统计结果

变量	样本数量	VIF	平均值	标准值	最小值	最大值
地理邻近性	2623	1.41	0.43	0.471	0.00205	1
技术邻近性	2623	1.07	0.104	0.128	0.00009	0.696
制度邻近性	2623	1.18	0.851	0.356	0	1
大学实力	2623	1.18	61.32	27.05	20	100
企业年龄	2623	1.37	3.01	1.17	1	5
企业规模	2623	1.59	2.522	1.065	1	4
国有企业	2623	1.55	0.441	0.497	0	1
外资企业	2623	1.08	0.0454	0.208	0	1

表3 相关系数矩阵

变量	地理邻近性	技术邻近性	制度邻近性	大学实力	企业年龄	企业规模	国有企业	外资企业
地理邻近性	1							
技术邻近性	0.0160	1						
制度邻近性	0.370***	-0.046**	1					
大学实力	0.292***	-0.192***	0.095***	1				
企业年龄	-0.250***	0.083***	-0.111***	-0.111***	1			
企业规模	-0.345***	0.128***	-0.226***	-0.112***	0.419***	1		
国有企业	-0.155***	0.085***	-0.119***	-0.136***	0.448***	0.503***	1	
外资企业	0.081***	-0.00600	0.066***	0.186***	-0.050***	-0.043**	-0.194***	1

注:***、**和*分别表示通过0.1%、1%和5%水平的显著性检验。

(三)回归结果分析

本文分别用滞后1~3年的联合申请并授权的发明专利数据作为因变量进行了回归分析,回归结果发现:有无滞后期各变量的符号和显著性水平都一致。表4给出了无滞后期的负二项回归分析结果。

(1)模型1是所有控制变量回归分析的结果。大学实力的系数均为正,表明大学综合实力越高,与公司合作的可能性就越大,这符合现实情况。企业规模变量系数为负且显著,说明规模大的企业对参与产学协同创新合作的意愿不强烈,这个结果与以前的实证研究结果和现实比较一致。企业年龄的系数均为负数且显著,这个结果显示,企业成立时间越久对产学协同创新合作意愿越不强烈;相反,成立时间短的企业由于创新资源缺乏,更愿意与大学合作,这与现实情况相吻合。企业的类型系数为正都显著,说明企业类型是产学协同创新绩效的主要因素,不论国有企业还是外资(或合资)企业,都愿意与大学合作。

(2)模型2是地理邻近性、制度邻近性、技术邻近性和所有控制变量回归分析的结果。地理邻近性、制度邻近性和技术邻近性的系数均为正且显著($p < 0.010$),表明地理邻近性、制度邻近性和技术邻近性是影响京津冀产学协同创新绩效的重要因素。地理距离越远,企业和大学协同创新合作的可能性越小,这之前国内外较多研究得出的结论一致,故H1得到验证。尽管互联网技术迅速发展,但地理距离仍然是阻碍京津冀地区企业与大学协同创新的因素。在经济发达、市场化程度较高的地区,创新资金、研发人员、技术发明专利等创新要素资源流动更加畅通,京津冀三地政府应减少地方保护主义,加强制度建设,促进产学研体制机制建立,充分鼓励企业加大技术研发投入,提高自主创新的积极性,掌握关键核心技术,加强技术合作创新。这与假设H3一致。

表4 负二项式回归结果

变量	产学协同创新合作绩效					
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6
大学实力	0.00488*** (5.78)	0.00275** (3.03)	0.00279** (3.10)	0.00335*** (3.83)	0.00305*** (3.37)	0.00283** (3.14)
企业年龄	-0.138*** (-5.87)	-0.0795*** (-3.38)	-0.0837*** (-3.57)	-0.0763*** (-3.33)	-0.0846*** (-3.59)	-0.0833*** (-3.55)
企业规模	-0.119*** (5.47)	0.00890 (0.35)	-0.00485 (-0.19)	-0.0147 (-0.58)	-0.00691 (-0.27)	-0.00412 (-0.16)
国有企业	1.179*** (21.83)	1.080*** (20.07)	1.057*** (19.57)	0.983*** (18.45)	1.049*** (19.43)	1.059*** (19.59)
外资企业	0.720*** (6.68)	0.552*** (5.23)	0.535*** (5.07)	0.565*** (5.42)	0.530*** (5.03)	0.534*** (5.06)
地理邻近性		0.620*** (9.86)	0.640*** (10.16)	0.364*** (5.52)	0.615*** (9.69)	0.495** (3.14)
制度邻近性		0.201** (3.09)	0.202** (3.11)	0.220*** (3.40)	0.191** (2.83)	0.633 (1.46)
技术邻近性		1.035*** (5.63)	2.479*** (5.50)	2.183*** (5.02)	2.509*** (5.58)	2.478*** (5.49)
技术邻近性平方项			-2.392*** (-3.53)	-2.207*** (-3.34)	-2.396*** (-3.53)	2.394*** (-3.53)
地理邻近性×技术邻近性				-6.588*** (-10.17)		
地理邻近性×技术邻近性平方项				13.30*** (9.80)		
制度邻近性×技术邻近性					-3.022*** (-3.51)	
制度邻近性×技术邻近性平方项					4.837** (2.74)	
地理邻近性×制度邻近性						1.030 (1.00)
截距项	2.233*** (22.21)	1.330*** (10.88)	1.288*** (10.50)	1.375*** (11.48)	1.293*** (10.60)	0.914* (2.32)
lnalpha_cons	0.110*** (4.05)	0.0459 (1.67)	0.0415 (1.51)	0.00310 (0.11)	0.0371 (1.35)	0.0413 (1.50)
样本数量	2623	2623	2623	2623	2623	2623

注:***、**和*分别表示通过0.1%、1%和5%水平的显著性检验,括号里面为t值;lnalpha_cons表示条件方差方程常数项。

(3)模型3加入了技术邻近性平方项,技术邻近性与产学协同绩效的影响效应如图2所示。技术邻近性的一次项系数为正,技术邻近性平方项的系数为负,且在 $p < 0.001$ 水平上两者均显著,这说明技术邻近性对企业与大学协同创新绩效存在倒U型影响,假设H2得以验证。大学和企业之间的合作需要从对方识别和获取新知识,需要双方有较强的技术基础,才能沟通交流和理解新知识。但是如果双方技术邻近性太小,大学和企业就不能充分互相沟通了解,合作的可能性就会降低。随着技术邻近性程度的提高,他们更倾向于合作,但技术接近是有限度的,如果技术邻近性很大,创新主体间的知识互补性太小,就没有合作的热情,将很难进行共同合作创新,这就是所谓的倒U型效应。图2中示例了技术邻近性最小值、最大值和拐点时对应的产学协同创新绩效的期望值。该期望值的计算方法为:首先,根据表3中模型3回归出来的系数,对“技术邻近性”求一阶偏导数,得到顶点所对应的技术邻近性的值为0.518。然后,对技术邻近性在最小值、最大值和拐点时所对应的产学协同创新绩效的期望进行计算,分别得出对应的期望值。为了计算此期望值,本文基于表3模型3中得出的估计值,对所有的独立变量和控制变量进行评估。对于负二项回归模型,假定大学与企业共同申请发明专利的期望值为 $e^{\beta'x}$,其中 x 为独立和控制变量的向量, β 代表所有变量的参数估计值(Cameron, 1986)。在计算出这个数值后,就可以得到从最低值(0.00009, 6.063)到最高值(0.696, 32.536)所有的技术邻近性对应的期望值。

从图2中可以清楚的看出,在(0.0009, 0.518)区域内,技术邻近性增加会促进产学合作创新绩效,但是超过某个适度的点(0.518)后,即在(0.518, 0.696)区间内,随着技术邻近性程度的增加,产学双方合作创新绩效反而降低。

(4)模型4主要考察技术邻近性和地理邻近性的交互作用,其交互作用如图3所示。回归结果表明地理邻近性和技术邻近性的交互项系数是负的,且在 $p < 0.001$ 水平上显著。这说明技术邻近性和地理邻近性的交互作用对单一主效应具有显著的削弱抑制作用,具有显著的负向调节效应,即地理邻近性弱化或抑制了技术邻近性对产学协同创新绩效的影响关系。大学和企业之间的创新合作绩效主要看双方的知识吸收能力,能够进行两种截然不同的知识体系的整合是关键。如果技术邻近性太低,知识将很难吸收,创新产出就会减少;但是,如果知识太过于密切,冗余和缺乏学习机会也可能会减少创新产出。地理邻近可以帮助大学科研成果的转化和产业化,可以帮助企业实现有效的创新人才、创新技术、研究设备等创新资源聚集,增加企业与大学进行面对面沟通交流学习的机会,便于企业加大关键技术研发创新投入,推进技术创新,从而减缓技术邻近性的负面作用。这与H4一致。

(5)模型5主要考察技术邻近性和制度邻近性的交互作用,其交互作用如图4所示。回归结果表明,制度邻近性与技术邻近性的乘积项系数为负,且在 $p < 0.001$ 水平上显著。这表明技术邻近性和制度邻近性的交互作用对单一主效应具有显著的削弱抑制作用,具有显著的负向调节效应,即制度邻近性弱化或抑制了技术邻近性对产学协同创新绩效的影响关系。产学双方所在地的制度邻近性越高,企业和个人具有共同的社会和文化基础,就更容易产生信任和理解,有利于降低转换知识和信息交流的成本,可以弥补技术差异造成的影响,可以缓和技术邻近性的负面影响。这与H5一致。

(6)模型6主要考查地理邻近性和制度邻近性的交互作用,其交互作用如图5所示。回归结果表明,地理

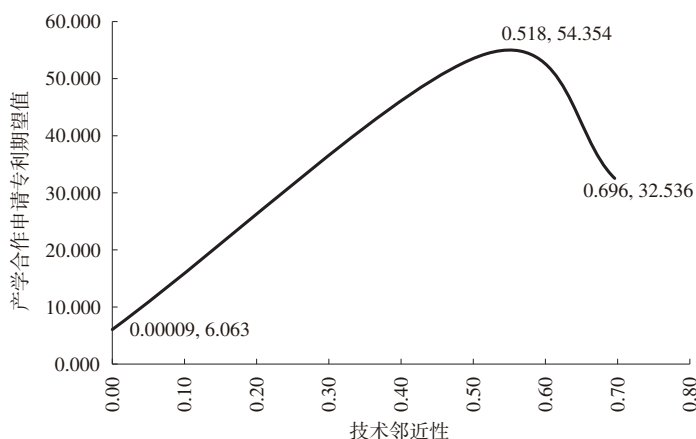


图2 技术邻近性对产学协同创新绩效的影响

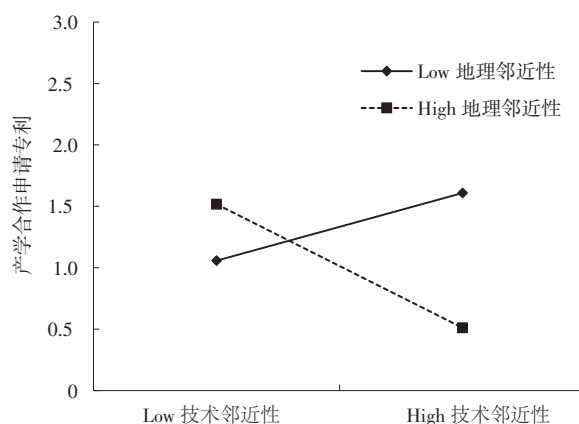


图3 技术邻近性与地理邻近性的交互作用

邻近性与制度邻近性的乘积项系数为正,且在 $p < 0.001$ 水平上不显著。这表明地理邻近性对制度邻近性对产学协同创新绩效的影响具有强化或促进作用。正向调节效应不显著最可能的原因是京津冀地区制度、文化差异还比较大,京津冀协同发展还存在很多体制机制障碍,还没有形成一体化发展的制度设计。这也说明过度的地理邻近可能会形成知识孤岛和技术“锁定效应”,不利于“忘却学习”,阻碍产学协同创新合作;如果有高度的制度邻近,即使存在一定的空间距离,其交互作用也会提升产学协同创新绩效。京津冀只有消除利益藩篱和政策壁垒,实现京津冀一体化协同发展,才能更好促进京津冀产学协同创新绩效,H6没有完全得到验证。

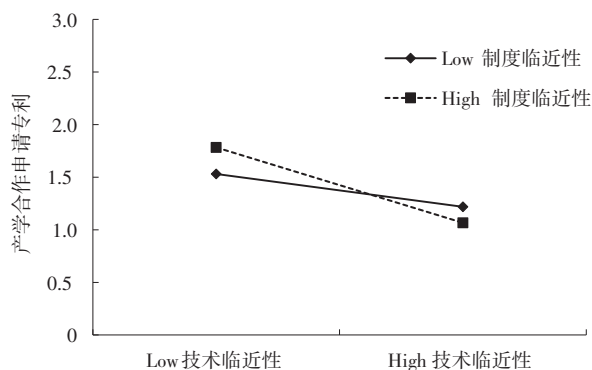


图4 制度邻近性与技术邻近性的交互作用

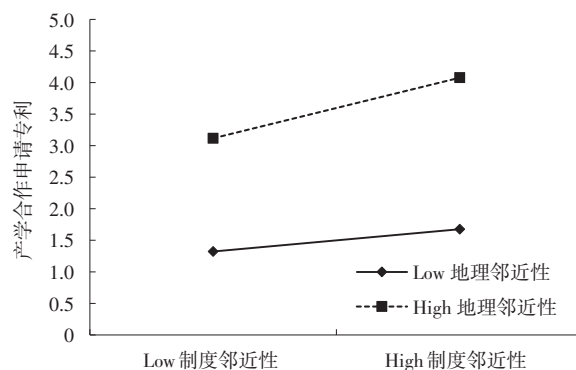


图5 地理邻近性与制度邻近性的交互作用

六、结论与启示

本文基于中国国家知识产权局2009—2018年京津冀三地28所高校和492家企业产学共同合作申请授权的发明专利数据,提出了地理邻近性对城市群产学协同创新绩效的理论分析框架和研究假设,运用负二项回归模型,对多维邻近对京津冀产学协同创新绩效的作用机制进行了实证分析,得出以下结论:①地理邻近性对产学创新主体间的协同创新绩效具有显著促进作用;②制度邻近性对产学主体协同创新具有积极正向作用;③技术邻近性对产学协同创新绩效具有显著倒U型作用;④技术邻近性与地理邻近性的交互作用会对京津冀产学协同创新绩效产生显著负向影响;⑤技术邻近性与制度邻近性的交互作用对京津冀产学协同创新绩效产生显著负向影响;⑥地理邻近性与制度邻近性的交互作用对京津冀产学协同创新绩效产生正向作用但不显著。多维邻近性依然是影响产学创新主体开展协同创新的重要因素,根据本文研究结果,信息通讯技术和网络的发展并没有完全替代空间地理距离对产学协同创新的影响,企业还是更乐于选择与地理距离近的大学进行合作,进行技术创新;相同的制度安排有利于增强产学双方信任,提高知识共识,促进产学双方合作创新的可能性;技术邻近性对产学协同创新影响呈现倒U型,企业和大学不仅需要具有一定的共同知识基础,而且还需要存在某些技术差异。随着企业和大学技术多元化水平的提高,技术邻近性作为调节变量,与地理邻近性、制度邻近性的交互作用对协同创新的互补作用增强;而地理邻近与制度邻近性的交互作用对产学协同创新绩效的替代作用不显著。本文从地理、技术、制度邻近性三个维度视角对京津冀产学协同创新机制进行理论分析和实证诠释,研究结果有利于深入剖析京津冀城市群协同创新系统运作机理,对构建京津冀城市群协同创新生态系统具有重要的政策启示。

基于上述结论,本文得到如下政策启示:

第一,加大交通运输基础设施和网络通信投资,降低地理邻近成本。产学创新主体会选择相对邻近的产学创新主体进行合作创新,京津冀地区应考虑城市群存在的空间依赖性,优化城市群的空间结构,加大交通运输和通信网络设施投资,降低跨区域技术创新合作成本,减少地理邻近性对协同创新的束缚,促进京津冀都市圈交通区域一体化实现,增强产学主体创新空间集聚效应。

第二,加大技术研发资源投入,开展产学研多元化合作。产学合作主体应该选择既有共同技术基础,又存在一定技术差异的组织进行合作,保持适度的知识异质性和互补性,这样更能有利于提高产学协同创新绩效。京津冀三省市企业和大学在研发过程中,应该加大研发资源投入,开展技术多元化战略,提高自身或外部获取的技术能力和知识范围,扩展自身技术线的长度,进而增强技术邻近性对产学协同创新绩效的作用效

果。京津冀三省市应加强企业自主创新能力建设,同时,加强政府在区域技术创新的引导和支持作用,增强大学在区域环境、区域产业结构与技术创新的融合。

第三,加快完善制度和市场一体化实施和管理政策,促进创新要素合理流动。京津冀三省市应加强建立利于高校企业双方增强相互信任关系的制度基础,加快完善制度和市场一体化实施和管理政策,依靠合同、契约、法规等进行技术交易,积极搭建京津冀城市群统一技术交易市场平台,促进创新要素合理流动,通过增强相互信任形成共识,以促进产学研双方相互间对技术的理解,达到充分利用内部共享知识的作用,从而提升产学研协同创新绩效。

第四,充分重视多维邻近性的交互作用对产学研协同创新绩效的影响,推动京津冀协同创新发展。产学研协同创新本质上是知识资源的有效整合和重组。产学研合作对象和合作模式的选择有时并不一定是每个维度邻近性的最优选择,需要充分考虑自身和合作对象的特点和优势,考虑技术邻近性与地理邻近性和制度邻近性交互的调节作用,避免过度邻近性的负面效应,借助京津冀协同发展国家战略契机,形成京津冀一体化产学研协同创新机制,实现科技创新资源优化聚集,推动产学研协同技术创新、合作模式创新,培育城市群创新生态系统良性、新型竞合关系,促进京津冀协同发展。

本文的研究也存在一定局限性:

第一,本文最理想的因变量是大学和企业达成的技术转让或技术许可合同,但这类数据收集比较困难,在后续研究中可以尝试收集此类数据来实证检验产学研协同创新绩效。

第二,多维邻近性的概念至今还没有形成一个统一认识,本文只是从知识管理和组织学习视角,探讨了地理、技术和制度邻近性对协同创新绩效的影响机制,希望未来加强其他有关多维邻近性的研究,以便进一步丰富多维邻近性的理论框架。

第三,地理邻近性除了物理距离以外,还要综合考虑交通时间和交通成本等因素,制度邻近性还要考虑地区市场开放度等因素,在以后的研究中可以综合考虑这些因素,运用不同的指标数据进行稳健性检验,以便更全面地反映地理邻近性和制度邻近性对京津冀产学研合作创新绩效的影响效应。

参考文献

- [1] 常西银,孙遇,2018.协同创新能力与知识扩散的交互影响分析及对策研究——基于企业网络关系嵌入的视角[J].上海经济研究(5):34-41.
- [2] 陈劲,阳银娟,2012.协同创新的驱动机理[J].技术经济,31(8):6-11,25.
- [3] 党兴华,弓志刚,2013.多维邻近性对城市群技术创新合作的影响——基于中国共同专利数据的实证分析[J].科学学研究,31(10):1590-1600.
- [4] 李朝明,罗群燕,曲燕,2016.基于协同创新的企业知识产权合作绩效评价[J].北京理工大学学报(社会科学版),18(3):52-60.
- [5] 刘凤朝,闫菲菲,马荣康,等,2020.多维邻近与跨区域研发合作模式[J].科学学研究,38(6):1038-1047.
- [6] 刘佳,蔡盼心,王方方,2020.粤港澳大湾区城市群知识创新合作网络结构演化及影响因素研究[J].技术经济,39(5):68-78.
- [7] 刘和东,钱丹,2016.产学研合作绩效的提升路径研究——以高新技术企业为对象的实证分析[J].科学学研究,34(5):704-712.
- [8] 刘璇,李嘉,陈智高,等,2015.科研创新网络中知识扩散演化机制研究[J].科研管理,36(7):19-27.
- [9] 刘志迎,单洁含,2013.技术距离,地理距离与大学-企业协同创新效应——基于联合专利数据的研究[J].科学学研究,31(9):1331-1337.
- [10] 王海花,王蒙怡,孙银建,2019.多维邻近性对我国城市群产学研协同创新的影响:静态与动态双重作用[J].科技进步与对策,36(2):44-50.
- [11] 王建华,2015.地理距离、法律制度临近与国际知识扩散模式[J].科学学研究,33(7):1069-1080.
- [12] 王庆喜,2013.多维邻近与我国高技术产业区域知识溢出——一项空间面板数据分析(1995—2010)[J].科学学研究,31(7):1068-1076.
- [13] 吴和成,顾裕玲,钱俊,2020.跨行政区域协同创新平台构建及其运行机制研究[J].技术经济,39(3):66-73.
- [14] 吴和成,赵培皓,2020.邻近性视角下长三角协同创新绩效影响因素实证研究[J].科技管理研究,40(7):96-103.
- [15] 吴卫红,李娜娜,张爱美,等,2016.京津冀省市间创新能力相似性、耦合性及多维邻近性对协同创新的影响[J].科技进步与对策,33(9):24-29.
- [16] 夏丽娟,谢富纪,王海花,2017.制度邻近、技术邻近与产学研协同创新绩效——基于产学研联合专利数据的研究[J].科学学研究,35(5):782-791.

- [17] 杨博旭, 王玉荣, 李兴光, 2019. 多维邻近与合作创新[J]. 科学学研究, 37(1): 154-164.
- [18] 余谦, 朱锐芳, 2020. 多维邻近创新网络中知识扩散模型与仿真研究[J]. 情报科学, 38(5): 65-72.
- [19] 朱婧祎, 李北伟, 季忠洋, 2020. 区域产学研合作创新绩效空间演化及影响因素研究[J]. 工业技术经济, 39(3): 10-19.
- [20] ALDIERI L, VINCI C P, 2016. Knowledge spillover effects: A patent inventor approach [J]. *Comparative Economic Studies*, 58(1): 1-16.
- [21] BALLAND P A, BOSCHMA R, FRENKEN K, 2015. Proximity and innovation: From statics to dynamics [J]. *Regional Studies*, 49(6): 907-920.
- [22] BOSCHMA R, 2005. Proximity and innovation: A critical assessment[J]. *Regional Studies*, 39(1): 61-71.
- [23] BOSCHMA R, FRENKEN K, 2010. The spatial evolution of innovation networks: A proximity perspective [M]//*The Handbook of Evolutionary Economic Geography*. Vilnius, Lithuania: Edward Elgar Publishing, 120-135.
- [24] CAMERON A C, TRIVEDI P K, 1986. Econometric models based on count data: Comparisons and applications of some estimators and tests[J]. *Journal of Applied Econometrics*, 1: 29-53.
- [25] CAMERON A C, TRIVEDI P K, 2005. *Micro econometrics: Methods and applications* [M]. New York: Cambridge university press: 666-669.
- [26] CASSI L, PLUNKET A, 2015. Research collaboration in co-inventor networks: Combining closure, bridging and proximities [J]. *Regional Studies*, 49(6): 936-954.
- [27] CHEN H J, XIE F J, 2018. How technological proximity affect collaborative innovation? An empirical study of China's Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. *Journal of Management Analytics*, 5(4): 287-308.
- [28] COCHRAN W G, 1968. The effectiveness of adjustment by subclassification in removing bias in observational studies [J]. *Biometrics*, 24: 295-313.
- [29] CRESCENZI R, NATHAN M, RODRIGUEZ-POSE A, 2016. Do inventors talk to strangers? On proximity and collaborative knowledge creation[J]. *Research Policy*, 45(1): 177-194.
- [30] DAVENPORT S, 2005. Exploring the role of proximity in SME knowledge-acquisition [J]. *Research Policy*, 34(5): 683-701.
- [31] EJERMO O, KARLSSON C, 2006. Interregional inventor networks as studied by patent co-inventor ships [J]. *Research Policy*, 35(3): 412-430.
- [32] GRILLITSCH M, NILSSON M, 2015. Innovation in peripheral regions: Do collaborations compensate for a lack of local knowledge spillovers? [J]. *The Annals of Regional Science*, 54(1): 299-321.
- [33] HE Y H, LIN Y, ZHOU G H, et al, 2021. Spatial pattern and drivers of urbanization in China's mid-level developing urban agglomeration: A case study of Chang-Zhu-Tan [J]. *Regional Sustainability*, 2(1): 83-97.
- [34] HONG W, SU Y S, 2013. The effect of institutional proximity in non-local university-industry collaborations: An analysis based on Chinese patent data [J]. *Research Policy*, 42(2): 454-464.
- [35] JAFFE A B, TRAJTENBERG M, HENDERSON R, 1993. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations [J]. *The Quarterly journal of Economics*, 108(3): 577-598.
- [36] JAFFEA B, 1986. Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits, and market value [J]. *American Economic Review*, 76(5): 984-1002.
- [37] KATZ J S, 1994. Geographic proximity and scientific collaboration [J]. *Scientometrics*, 31(1): 31-43.
- [38] KNOBEN J, OERLEMANS L A G, 2006. Proximity and inter-organizational collaboration: A literature review [J]. *International Journal of Management Reviews*, 8(2): 71-89.
- [39] LAGENDIJK A, LORENTZEN A, 2007. Proximity, knowledge and innovation in peripheral regions. On the intersection between geographical and organizational proximity [J]. *European Planning Studies*, 15(4): 457-466.
- [40] MOWERY DC, OXLEY JE, SILVERMAN BS, 1998. Technological overlap and inter firm cooperation: Implications for the resource-based view of the firm [J]. *Research Policy*, 27(5): 507-523.
- [41] NIKOS B, STELIOS K, SOTIRIS K, 2015. Proximity and growth spillovers in European regions: The role of geographical, economic and technological linkages [J]. *Journal of Macroeconomics*, 43: 124-139.
- [42] NOONAN L, O'LEARY E, DORAN J, 2020. The impact of institutional proximity, cognitive proximity and agglomeration economies on firm-level productivity [J]. *Journal of Economic Studies*, 48(2): 257-274.
- [43] NORTH D C, 1991. Institutions [J]. *Journal of Economic Perspectives*, 5(1): 97-112.
- [44] PIVA M, TANI M, VIVARELLI M, 2018. Business visits, knowledge diffusion and productivity [J]. *Journal of Population Economics*, 31(4): 1321-1338.
- [45] STEINMO M, RASMUSSEN E, 2016. How firms collaborate with public research organizations: The evolution of proximity dimensions in successful innovation projects [J]. *Journal of Business Research*, 69(3): 1250-1259.
- [46] HINZMANN S, CANTNER U, GRAF H, 2019. The role of geographical proximity for project performance: Evidence from

- the German Leading-Edge Cluster Competition[J]. Journal of Technology Transfer, 44(6), 1744-1783.
- [47] WANG J, ZHANG L, 2018. Proximal advantage in knowledge diffusion: The time dimension[J]. Journal of Informetrics, 12(3): 858-867.

Analysis of Influencing Factors of Industry-university Collaborative Innovation Performance in Beijing-Tianjin-Hebei Region: Based on the Perspective of Multi-dimensional Proximity

Chen Hongjun¹, Xie Fuji²

- (1. School of Management, Beijing Institute of Economics and Management, Beijing 100102, China;
2. Antai College of Economics & Management, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 20030, China)

Abstract: Industry-university collaborative innovation is the internal driving force for regional coordinated development, and multi-dimensional proximity, as a key factor for innovation entities to acquire external knowledge, has an important impact on the performance of collaborative innovation. Based on the perspective of multi-dimensional proximity, the invention patent data jointly applied for and authorized by China Intellectual Property Administration of from 2009 to 2018 by 28 universities and 492 companies in Beijing-Tianjin-Hebei, and conducts an empirical analysis using a negative binomial regression model is used. The results show as follows. Geographic proximity has a significant role in promoting the collaborative innovation performance of industry-university. Institutional proximity has a positive effect on the collaborative innovation of industry-university. Technological proximity has a positive effect on the collaborative innovation of industry-university, and it has a significant inverted U-shaped effect on the performance of collaborative innovation. The interaction between technological proximity and geographic proximity will have a significant negative impact on the performance of industry-university collaborative innovation in Beijing-Tianjin-Hebei region. The interaction between technical proximity and institutional proximity has a significant negative impact on the performance of industry-university collaborative innovation in Beijing-Tianjin-Hebei region. The interaction of geographic proximity and institutional proximity has a positive but not significant effect on the performance of industry-university collaborative innovation in Beijing-Tianjin-Hebei region. Therefore, Beijing-Tianjin-Hebei region should increase investment in transportation infrastructure and communication networks, and strengthen the construction of independent technological innovation capabilities of enterprises, and accelerate the implementation and management of perfect systems and market integration policies, and play the interactive effect of multi-dimensional proximity on the performance of collaborative innovation. To realize the optimization and aggregation of innovation resources, Beijing-Tianjin-Hebei region should form the collaborative innovation community.

Keywords: geographical proximity; technological proximity; institutional proximity; industry-university collaborative innovation; negative binomial regression