



政府研发补贴对企业研发产出的影响机制研究

——基于江苏省的实证分析

高雨辰^{1,2} 柳卸林¹ 马永浩³ 张 华⁴

(1. 中国科学院大学 经济与管理学院, 北京 100190; 2. 中国—丹麦科研教育中心, 北京 100190;
3. 江苏省科学技术情报研究所, 南京 210042; 4. 江苏省科技发展战略研究院, 南京 210042)

摘要:政府研发补贴是克服研发市场失灵, 促进企业研发活动的重要手段之一。但是, 鲜有研究考察政府研发补贴、企业研发产出, 以及其研发投入和与大学科研院所进行研发合作之间的互动关系, 以进一步探索政府研发补贴影响企业研发活动的复杂中间机制。通过使用倾向性得分匹配和Tobit随机效应回归, 对江苏省科技成果转化专项资金的实证分析发现, 政府研发补贴对以专利申请量为测度的企业研发产出有显著的正向促进作用, 而企业研发投入和企业与大学科研院所的合作对上述关系起显著的部分中介作用。此外, 企业研发投入在政府研发补贴对企业与大学科研院所合作的影响中起部分中介作用。

关键词:研发补贴; 研发产出; 中介效应; 企业研发合作; Tobit回归

中图分类号:F273.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-0241(2018)10-0051-17

0 引言

研究与试验发展补贴(R&D subsidy)是包括各项经济激励措施在内的一系列政策工具, 旨在推动和鼓励私营部门进行研发和创新活动^[1-4]。研发补贴通过消除研发相关的市场失灵, 激励企业的研发活动, 具有潜在的正外部性, 可以促进经济发展, 且不会造成严重的市场扭曲^[3,5-6]。因此, 在世界贸易组织颁布的《补贴与反补贴措施协议》中^[7], 研发补贴被列为不可诉补贴, 并被各国广泛采用。例如, 强调自由市场经济的美国也设立了“小企业创新研究计划(SBIR)”项目, 为科技中小型企业的研发活动提供无偿资助; 欧盟设立的“欧盟框架计划”中, 对企业的研发补贴是重要组成部分, 而在2014年启动的第八项框架计划——“地平线2020”中, 开始对

中小型企业的研发经费支持进行单独预算; 韩国则设立多样化的政府研发补贴形式, 包括政策金融, 技术开发基金和技术开发准备金制度等, 用于补贴和激励企业进行研发活动。

引起与研发相关的市场失灵主要有3个因素。首先, 研发活动具有非竞争性和非排他性的公共商品特征^[8-10]。第二, 信息不对称, 从事研发的企业可能无法吸引外部资金的支持^[8]。第三, 创新负债(liability of newness), 研发活动往往具有高度不确定性和极高的风险性, 且投资的财务回报周期也很漫长^[11]。与研发相关的市场失灵会导致组织层面的研发投入不足, 从而阻碍企业的创新能力发展和创新绩效的提高^[12]。因此, 作为应对上述市场失灵的政府支持手段, 政府研发补贴主要的作用在于降

收稿日期: 2018-04-08

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71672184); 江苏省软科学项目(BM2015014)

第一作者简介: 高雨辰(1988—), 男, 浙江台州人, 中国科学院大学经济与管理学院, 中国—丹麦科研教育中心, 博士研究生, 研究方向: 技术创新管理, 科技政策, 创新生态系统。

通信作者: 柳卸林, liuxielin@ucas.ac.cn

低企业研发成本,共同担负研发风险,以及为参与研发的企业背书。通过这些作用机制,研发补贴不仅可以促进企业对研发的自身投入,还可以吸引外部研究机构与企业合作,从而提升企业的创新能力,进而提升企业的创新绩效,并对地区的创新驱动发展提供支撑。

现有文献从新古典主义经济学、资源基础观等视角充分研究了政府研发补贴对企业研发投入与产出的影响^[1]。但是,根据 Antonioli 和 Marzucchi 的观点^[13],在演化理论和创新系统的视角下,企业层面的研发投入、产出和与外部研究机构的合作存在着紧密联系与互动,彼此之间是相互影响的。例如, Baum 等和 George 等的研究结果则表明^[14-15],企业通过更多的与外部研发合作者进行互动,可以增加企业的知识存量,帮助企业克服信息和科学知识以及相关的资源 and 能力方面的不足,进而形成更多的研发产出。Kang 和 Park 的研究验证了政府研发补贴通过企业建立国内外研发合作对企业的专利申请量有显著的正相关关系^[16]。Cerulli 等的研究探讨了企业研发投入和企业对外研发合作在研发补贴对企业研发产出影响中的中介作用^[17]。其实证结果表明,只有投入附加性,投入与合作的交互作用,才在研发补贴对企业研发产出影响中起到显著的中介作用。周江华等考察了企业的创新合作在政府研发补贴促进企业新产品产值的中介作用,并发现了部分中介效果^[18]。

目前,鲜有研究考虑政府研发补贴,企业研发投入,企业对外研发合作与其研发产出之间的联动,多数研究只是分别考察了其中两两之间的关系。但是,为了打开政府研发补贴到企业研发产出这一过程的“黑箱”,深入探讨其中更深层次的中间机制,需要从一个更为综合的视角,将政府研发补贴与企业的对外研发合作行为和企业研发的投入、产出结合起来进行讨论。因此,本研究通过对江苏省科技成果转化专项资金的实施效果的研究,试图

回答3个主要问题:(1) 政府研发补贴是否促进了受助企业的研发投入与产出;(2) 政府研发补贴是否促进了企业与外部大学科研院所的合作;(3) 企业自身的研发投入,与大学科研院所的合作在政府研发补贴对企业研发产出的影响中是否具有中介效果。以倾向性得分匹配和面板 Tobit 随机效应回归为主要方法,通过对江苏省科技成果转化专项资金的实证研究,本文发现政府研发补贴对企业的研发产出具有显著的正向影响,而企业的研发投入和与外部大学科研院所的研发合作在这一关系中分别起到了显著的中介作用。基于此,本研究进一步深入探索和刻画政府研发补贴影响企业研发活动的复杂中间机制,补充现有研究,并为中国在创新驱动战略背景下的创新与研发政策制定提供启示。

本文剩余的章节安排如下:第1章是对江苏省研发补贴与科技成果转化专项资金概述;第2章为理论基础与研究假设的推理;第3章为本文的研究设计,包括数据来源,方法选择与变量设置;第4章为实证结果;第5章将对实证结果进行分析与讨论;第6章为本文的结论,同时包括政策启示与未来研究方向。

1 江苏省研发补贴与科技成果转化专项资金概述

江苏省作为我国的创新领先省份,2015年,江苏省全社会研发经费投入为1 801亿元,研发强度为2.6%,其中企业研发支出为1 557亿元^[19],2015年高新技术产业总产值为61 374亿元。在取得这些创新成绩的过程中,各级政府的研发补贴发挥了重要作用。根据江苏省科技厅组织编写的《企业技术创新政策简明手册》,江苏企业可以申请7个国家级和13个省级政府研发补贴项目^[20]。以2013年的数据为例,江苏省企业获得政府研发补贴为141.58亿元人民币,占全省研发支出的9.52%。江苏省创新中研发补贴的资金数额位居全国前列。同时,江苏省的企业研发支出为1 280.87亿元人民

币, 占全省研发支出的 86.11%, 远远高于全国水平。这一方面说明江苏省企业在创新过程中受到了公共资金的大力支持, 另一方面也表明政府补贴很好的带动了江苏省企业的研发投入。因此, 江苏省是我国政府采取政府政策支持成功实现创新与科技发展的代表地区之一。

江苏省于 2004 年开始设立省级重大科技成果转化专项资金, 将省级财政科技经费的 50% 聚焦于科技成果转化环节, 旨在鼓励企业参与和进行科技成果产业化, 为推动江苏省的创新驱动发展做出贡献, 以增强全省经济整体素质和综合竞争力。专项资金的财政投入持续增长, 年度预算已从 2004 年的 3 亿元提高至 2013 年的 12 亿元^[21]。众所周知, 促进科技成果转化、加速科技成果产业化是目前世界各国科技政策的重要目的之一。中国的科技成果转化率与西方发达国家相比, 仍然较为落后。这是由于国内科研机构长期以来独立于企业之外, 形成了科技与经济相分离的局面。江苏省级重大科技成果转化专项资金的设立, 一定程度上改善了这一局面, 并取得了一定的成就。

江苏省科技成果转化专项资金重点支持新材料、新能源、电子信息、生物技术与新医药、现代装备制造、新型环保、高科技农业、优势传统产业等领域的重大科技成果转化项目。同时, 科技成果转化专项资金强调了对成果转化环节的支持, 优先支持已取得科技成果, 经中试并进入产业化开发或直接进入产业化开发、能较快形成较大产业规模、显著提升相关产业技术水平和核心竞争力的重大科技成果转化项目^[22]。

截至 2014 年, 江苏省科技成果转化专项资金累计立项支持 1 182 个项目, 累计投入省财政资金 106.7 亿元^[21]。在项目实施期内, 专项资金共引导项目新增总投入 1 349 亿元, 其中地方财政配套资金 36.7 亿元, 银行贷款金额 459.6 亿元, 风险投资 17.7 亿元, 企业自有资金超过 700 亿元; 获得专项资金的

企业则共获得授权发明专利 5 000 余件, 平均每个项目获得 4.5 件发明专利授权。截至 2014 年, 专项资金项目结题时累计实现销售收入近 4 900 亿元, 利税 838 亿元, 出口创汇超 184 亿美元。此外, 专项资金还鼓励产学研联合攻关, 产学研合作项目约占成果转化项目立项数的 80%, 而项目实施企业新建各类研发机构近 400 个, 一定程度上提高了企业配置科技资源的能力。

总结而言, 江苏省科技成果转化专项资金起步较早, 对企业的研发投入的促进, 创新能力的发展, 产学研合作的深化起到了重要作用, 并帮助江苏省企业在创新的技术成果和经济绩效上获得了提升。

2 理论基础与研究假设

2.1 研发补贴对企业研发产出的影响

现有研究从资源基础观出发, 认为投入到研发上的资源可以提高企业的技术能力^[23], 较高的技术能力则可以帮助企业优化资源配置^[24], 从而提升其研发产出。然而, 由于技术创新的高风险和不确定性, 以及其内在的公共产品特征^[1], 企业的技术创新活动极易受到资源的限制^[25]。政府研发补贴的主要目标, 是通过降低研发成本和提高收益来直接增加可供企业配置在研发相关活动中的资源, 从而帮助企业提升技术研发的绩效^[25-26]。

基于资源依赖理论, 研发补贴缓解了企业在研发上的资源约束, 从而减少了企业对外部组织的依赖^[27]。通过获得政府研发补贴, 企业在与没有获得政府资助的竞争对手的竞争中可能会占据相对有利的位置, 避免了不利市场环境对企业的冲击, 这使得企业更有可能积极地在研发活动中分配资源以提高其技术相关能力, 从而形成更多的研发产出^[12]。现有研究认为, 政府研发补贴可以促进企业的研发产出, 尤其是在像中国这样的新兴经济体。例如, Guo 等采用倾向性得分匹配和工具变量法研究了中国科技型中小企业创新基金(innofund)对包括专利数量, 新产品销售额和出口额在内的企业创新产出的

影响^[28]。研究表明,相比于未受助企业,受助企业的创新产出大幅增加。Xu等通过对270家中国企业的实证研究,也证实了研发补贴与企业新产品开发之间具有显著的正相关性^[29]。李凤梅,柳卸林和高雨辰等则探讨了政府研发补贴在光伏产业中的作用^[30],其研究结果表明,在光伏产业的国内市场与政策环境趋于稳定后,政府研发补贴通过促进企业的研发投入,对光伏企业的专利申请量起到了显著的促进作用。

因此,本研究认为政府研发补贴可以提高了企业的技术能力,从而促进受助企业的研发产出,尤其是以专利申请量为代表的技术产出。本研究提出如下假设:

假设1:政府研发补贴对企业的研发产出具有显著的正向影响。

2.2 研发补贴对企业研发投入的影响

基于新古典主义经济学,前人研究通过分析公共干预下研发的边际成本与边际收益率之间的相互作用,确定了政府研发补贴的效用和具体补贴值^[3]。从理论上讲,提供研发补贴会潜在地提高研发的边际收益从而提升企业的研发投入^[3]。因此,从标准的新古典主义经济学角度看,研发投入与补贴之间有着清晰的逻辑联系^[31]。现有研究一般认为政府研发补贴对企业的研发投入具有显著的促进效果。例如,陈玲和杨文辉采用2010年—2012年的中国上市公司数据,发现中国政府的研发补贴对企业自身的研发支出产生了显著的促进作用^[32]。Liu等人采用倾向性得分匹配和工具变量法证明了研发补贴对江苏省企业的研发支出有着显著的附加性效应^[33]。戴小勇和成力为基于门槛面板数据模型的回归结果则表明,研发补贴对民营高科技企业的研发投入有显著的促进效果^[34]。基于这一古典经济学分析,本研究提出如下假设:

假设2:政府研发补贴对企业研发投入有显著的正向影响。

2.3 研发补贴对企业与大学科研院所研发合作的影响

与外部的大学以及科研院所建立研发合作关系,有助于企业拓展并提高其外部知识搜索和学习的范围和深度,从而提高企业层面的技术能力和知识储备^[29,35]。虽然与大学和科研院所的合作可能有利于企业获取科技知识,提高技术能力,但企业仍然可能缺乏建立这种合作的动力^[36-37]。由于知识的复杂性和隐性特征,外部知识转移和开发活动的相关成本相对较高^[38],而企业往往缺乏相关的资源。与外部伙伴进行研发合作还会产生高昂的协调和维护成本^[17,39]。此外,与大学和科研院所合作所产生的技术,其商业化速度通常较慢^[40]。因此,财务能力较弱的企业可能更倾向于新产品的快速开发和商业化,而不是与大学和科研院所建立正式的长期研发合作来获取与应用前沿科技知识^[40]。由于中国资本市场的不完善,企业从外部获得相应的资源更加困难,使资源匮乏不倾向于与大学科研院所合作的问题加剧^[41]。此外,基于制度理论,由于声望低下和信息不对称,导致一些企业缺乏合法性。这也是企业与大学和其他科研院所较少建立研发合作的另一个主要原因^[12,42]。

政府研发补贴可以为企业创造资源丰厚的环境,从而缓解其在进行外部知识转移时所面临的资金上的约束^[27,29]。根据制度理论,得到研发补贴还可以使企业获得来自政府的背书,从而提高了企业的合法性^[12,43-44]。因此,获得研发补贴的企业更有可能与外部伙伴建立研发合作关系^[45-46]。此外,大多数中国的顶尖大学与科研院所都具有公立背景,这使得政府的背书对企业与大学、科研院所的联系非常重要,以满足政府的创新战略,这被视为一种社会福利的提高^[29,44]。因此,政府研发补贴可以改善企业与外部大学和公共科研院所的合作。本研究提出如下假设:

假设3:政府研发补贴对企业与外部大学和科研院所建立研发合作关系有显著的正向影响。

2.4 企业研发投入和与大学科研院所合作的中介效应

本研究的理论观点认为,政府补贴可以影响企业与大学和科研院所的研发合作以及企业自身的研发投入,而这2种机制可能会提高企业的技术能力,进而促进了企业的研发产出。

具体而言,与大学和科研院所建立正式的研发合作关系可以为企业提供更新的外部知识,从而进一步提高创新绩效^[36,47]。例如,Löf和Broström发现^[47],与大学和公共科研院所的合作和企业层面新专利申请量呈现正相关关系。Xu等人根据中国企业的发现^[29],大学和公共科研院所的知识转移促进了企业的产品创新。此外,通过与外部合作伙伴建立联系,企业可以分散了开发新技术的风险^[48]。因此,与大学和科研院所建立正式的研发合作关系可以促进企业的技术研发产出^[37,49-50]。

企业自身研发投入的增加,则有利于企业内部技术能力的增长^[17,35]。此外,企业从大学与科研院所进行的研发合作中往往需要吸收更为复杂的前沿知识和技术,这需提高企业内部的吸收能力,以充分理解、掌握这些从外部合作获得的知识,使之被企业内化,再用于创造自身的新技术^[51-52]。因此,企业自身的研发投入增加在研发补贴通过企业与外部大学科研院所进行研发合作促进企业研发产出的过程中可能起到了中介作用。

因此,本研究提出如下假设:

假设4a:与大学和科研院所合作在政府研发补贴促进企业研发产出的影响中具有中介作用。

假设4b:企业研发投入在政府研发补贴促进企业研发产出的影响中具有中介作用。

假设4c:企业研发投入在政府研发补贴通过企业与大学和科研院所合作促进企业研发产出的影响中具有中介作用。

本文的研究框架如图1所示。

3 模型设定与数据分析

3.1 研究样本与数据来源

本研究应用的主要数据是一组江苏省高新技术企业数据,观测期从2010年—2014年。本研究保留了在观测期内获得江苏省科技成果转化专项资金的企业256家,以及在观测期内从未获得任何形式研发补贴的企业5749家,共6005家企业的16643个观测值。此外,《中国科技统计年鉴》,《中国火炬统计年鉴》和江苏省各地级市的年鉴中的部分相关指标也被纳入到本研究中。

3.2 方法选择

根据公共选择理论,在公共部门挑选研发补贴接受者的过程中,政府的“选择胜者”(picking-the-winner)行为倾向选择那些本来就有着极强研发能力,并可能会有更多研发产出的企业进行资助,而这一行为就导致了选择性偏差和内生性问题^[1-3]。例如,企业本来的专利申请量是政府制定研发补贴决策

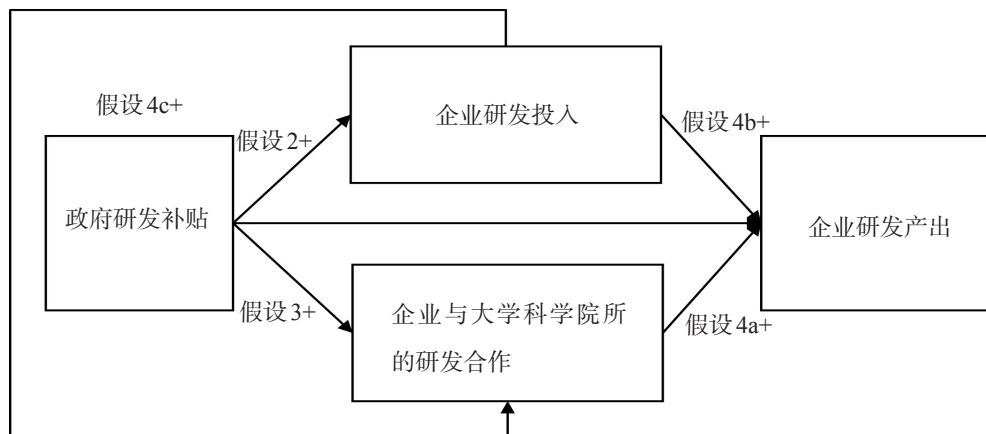


图1 本文研究框架

重要考量因素之一,那么在研发补贴与研发产出的研究中会导致互为因果的情况存在,从而产生内生性^[53-54]。此外,对研发补贴的效果评估还会受到无法观测到的企业特性所干扰^[55],即并非所有影响研发补贴额度和企业研发活动的企业要素都会被观察到,例如企业已有的研发与管理能力^[28,33]。但是,这些能力可能是企业获得和合理配置研发补贴的关键因素,因此也会导致内生性问题^[28,33]。选择性偏差和内生性问题的存在,可能会导致对研发补贴实际效果的估计偏差,因此相关研究需要采取适合的实证方法来解决内生性和选择性偏差的问题^[33,55]。此外,企业的研发补贴相关研究还会存在归并误差(censoring bias)。研发补贴研究的相关指标通常是非负数分布,会在0值上被截断,同时研发产出或研发行为的相关指标上可能存在大量0值,这就形成了数据结构上的左归并,进而在采用传统线性回归模型进行估计时,会产生估计误差^[56]。

因此,参考前人研究,本研究将首先进行倾向性得分匹配(propensity score matching, PSM)来控制选择性偏差。基于匹配后的样本,本研究一方面在因变量设置上采用滞后一期的变量来降低内生性影响,另一方面将参考Liu等的研究中所选取的工具变量^[33],即当年某产业(以行业分类代码4位代码为划分标准)总的研发补贴额,来进行内生性检验,检验方式为Durbin-Wu-Hausman检验和Davidson-MacKinnon检验。接下来,参考Li等的建议^[57],使用控制时间效应的面板Tobit随机效应回归模型来验证本文的核心理论假设,从而应对归并误差^[56]。此外,在随机效应Tobit面板回归模型中,本研究还将使用逐步回归法进行中介作用的检验^[58]。

3.3 变量定义

3.3.1 倾向性得分匹配

(1) 处理变量在本研究中,倾向性得分匹配的处理变量为“江苏省科技成果转化专项资金(*Trans-*

fer_fund)”。该变量为一个哑变量,如果企业在观测期内获得了专项资金即为1,否则为0。在本研究的样本中,一共有256家处理组企业(获得专项资金)和5749家控制组企业(未获得专项资金)。本研究以处理组企业获得专项资金的当年作为每一企业的基期与处理组企业配对,以保证年份一致。之后,基于企业基期的配对结果补充其后续数据形成最终的配对面板数据。

(2) 协变量。在本研究中,用于倾向性得分匹配第一阶段打分的协变量与企业获得江苏省科技成果转化专项资金的倾向相关。这包括了企业的基本信息:企业是否从事“高新制造业(*Hi-tech_Manu*)”,企业是否从事“高技术服务业(*Hi-tech_Service*)”,企业的“规模(*Firm_Size*)”和“年龄(*Firm_Age*)”。企业的技术水平,采用企业的“获得补贴前一期的专利申请量(*Prior_Patent*)”。反映企业财务实力的“资本密集度(*Cap_Int*)”^[55]。以及企业层面的“出口值(*Export*)”,这是因为出口导向企业被认为更具创新性,且更愿意学习和利用新知识以适应国际竞争^[25]。用于倾向性得分匹配的变量列表,详见表1。

3.3.2 面板Tobit随机效应回归

(1) 因变量。参考已有研究,本文使用企业滞后一期的专利申请量的自然对数衡量企业的“研发产出(*Patent_{t+1}*)”^[59-60]。

(2) 中介变量。本研究采用企业滞后一期的自身研发支出的自然对数来衡量“企业研发投入(*Firm_R&D_{t+1}*)”^[30]。根据已有研究的建议,本研究通过企业滞后一期花费在与大学和科研院所合作上的研发支出的自然对数来衡量“与外部大学科研院所合作(*Tech_Out_{t+1}*)”^[56,61]。

(3) 自变量。本研究采用“研发补贴(*GovRD*)”,即专项资金的研发补贴金额的自然对数作为自变量^[33]。参考Li等的建议,在取自然对数前,为政府研发补贴值为0的企业赋值1^[57]。

(4) 控制变量。本研究首先控制了企业的基

本信息,包括:企业是否从事“高新制造业(*Hi-tech_Manu*)”,企业是否从事“高技术服务业(*Hi-tech_Service*)”,企业的“规模(*Firm_Size*)”和“年龄(*Firm_Age*)”。就企业的技术水平而言,控制了企业的“企业自建研发部门(*RD_Dpart*)”,以企业自建的正式研发部门数量为测度^[62]。自建研发部门的企业,从组织结构上支持了研发活动的稳定性,并会提高企业寻找研发合作机会的意愿^[56]。此外,面板Tobit随机效应回归同样控制了企业层面的“出口值(*Export*)”和“资本密集度(*Cap_Int*)”。由于每年经济的宏观环境不同,研究还设置了5个以年为基础的时间哑变量(*Year_Dummy*),面板Tobit随机效应回归的变量设置总结详见表2。

4 实证结果

4.1 匹配样本构建

倾向性得分匹配的第一步是通过Probit回归来计算企业获得政府研发补贴的倾向得分。基于倾

向性得分,本章研究使用半径为0.02的有放回1对1临近匹配算法(1-1 NNM)来确定控制组样本。基于得到的配对样本,研究再一次进行了Probit回归,以确定配对的有效性。

表3展示了计算倾向得分以及验证匹配有效性的Probit回归结果。如表3所示,匹配前,除“企业年龄”以外所有的协变量都显著影响了企业获得专项资金的倾向;而用匹配之后的样本再进行Probit回归时,已没有一个协变量有显著的影响,并且匹配后的*Pseudo R*²从0.124急剧下降到0.005。这意味着实验组和控制组之间协变量分布的系统性差异已在倾向得分匹配所获得的样本中去除。本研究还对实验组和控制组之间的协变量平均值进行了平衡性检验,进一步验证匹配的有效性(见表4)。

基于t检验和相应的*p*值,处理组和控制组的协变量的平均数在配对之后没有显著的差别。此外,平均标准偏差(mean standardized bias,MSB)在配

表1 倾向性得分匹配的变量列表

变量	定义
处理变量	<i>Transfer_fund</i>
哑变量	<i>Hi-tech_Manu</i>
	<i>Hi-tech_Service</i>
	<i>Export</i>
	<i>Cap_Int</i>
	<i>Prior_Patent</i>
	<i>Firm_Age</i>
	<i>Firm_Size</i>

表2 面板Tobit随机效应回归变量列表

变量	定义
因变量	<i>Patent_{t-1}</i>
中介变量	<i>Firm_R&D_{t-1}</i>
	<i>Tech_Out_{t-1}</i>
自变量	<i>GovRD</i>
控制变量	<i>Firm_Age</i>
	<i>Firm_Size</i>
	<i>Hi-tech_Manu</i>
	<i>Hi-tech_Service</i>
	<i>RD_Dpart</i>
	<i>Cap_Int</i>
	<i>Export</i>
	<i>Year_Dummy</i>

表3 倾向性得分的Probit回归

变量	配对前	配对后
<i>Hi-tech_Manu</i>	0.326*** (0.060)	-0.105 (0.127)
<i>Hi-tech_Service</i>	0.321*** (0.100)	-0.146 (0.262)
<i>Prior_Patent</i>	0.150*** (0.016)	0.013 (0.046)
<i>Export</i>	-0.019*** (0.006)	-0.011 (0.014)
<i>Cap_Int</i>	0.178*** (0.019)	0.001 (0.049)
<i>Firm_Size</i>	0.288*** (0.023)	0.043 (0.053)
<i>Firm_Age</i>	-0.029 (0.041)	-0.140 (0.096)
<i>_cons</i>	-3.849*** (0.168)	0.139 (0.426)
<i>N</i>	16 643	512
<i>Firms</i>	6 005	512
<i>Prob > chi²</i>	0.000	0.968
<i>Pseudo R²</i>	0.124	0.005

注:括号内为以企业为集群的稳健标准误;* $p<0.1$,** $p<0.05$,*** $p<0.01$;所有的模型都包含了一组以年为单位的时间哑变量(未在表中报告),下同

对后有大幅的下降。根据Liu等的建议^[33],本章研究目前的匹配结果是成功的。在基期的匹配基础上,研究补充了相关企业基期前后所对应的数据,最后的匹配样本包含了512家企业的1891个观测值。

基于配对样本,根据所选取的工具变量,当年某产业(行业分类代码4位代码为划分标准)总的研发补贴额^[33],对政府研发补贴额的内生性进行检验。本研究分别进行了带工具变量的普通线性回归和面板固定效应回归,所进行的内生性检验结果如表5所示,结果显示,无论是Durbin-Wu-Hausman检验还是Davidson-MacKinnon检验,均拒绝了研发补贴额对本研究滞后一期的因变量的内生性。

配对样本的统计性描述与相关性矩阵分别见表6与表7。

表7为本文模型中使用的主要变量之间的相关系数结果。企业研发投入、企业与大学科研院所合作以及政府研发补贴与研发产出均有显著的正相关关系。企业研发投入与企业 and 大学科研院所合作也有显著正相关关系。为了检验是否存在严重多重共线性问题,本文做了多重共线性检验,结果显示, VIF 值均在可接受范围内,不存在严重的多重共线性问题。

4.2 政府研发补贴对企业研发投入,产出以及与大学科研院所研发合作的影响

回归结果见表8所示,分别为政府研发补贴对企业研发产出、研发投入以及企业与大学科研院所

表4 倾向性得分的平衡性检验

协变量	平均数		t检验		MSB/%	
	处理组	控制组	<i>t-Stat</i>	<i>p>t</i>	配对前	配对后
<i>Hi-tech_Manu</i>	0.324	0.355	-0.750	0.456	24.5	-6.6
<i>Hi-tech_Service</i>	0.055	0.059	-0.190	0.849	-7.2	-1.7
<i>Prior_Patent</i>	2.091	2.028	0.560	0.574	63.2	5.0
<i>Export</i>	5.661	5.885	-0.540	0.590	29.0	-4.8
<i>Cap_Int</i>	5.154	5.158	-0.040	0.967	48.8	-0.4
<i>Firm_Age</i>	2.301	2.268	1.630	0.103	16.0	5.1
<i>Firm_Size</i>	5.885	5.853	0.280	0.776	81.2	2.5

表5 内生性检验

项目	GovRD对 <i>Patent_{t+1}</i>	GovRD对 <i>Firm_R&D_{t+1}</i>	GovRD对 <i>Tech_Out_{t+1}</i>
Durbin-Wu-Hausman test : <i>Prob>chi²</i>	0.9974	0.9979	0.8901
Davidson-MacKinnon test	0.5483	0.5090	2.5625
<i>P-value</i>	0.4592	0.4758	0.1098

表 6 面板 Tobit 随机效应回归描述性统计

变量	观测量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>Patent_{t+1}</i>	1379	2.0160	1.3050	0	6.7090
<i>Firm_R&D_{t+1}</i>	1379	9.7080	1.6120	0	13.7800
<i>Tech_Out_{t+1}</i>	1379	2.8450	3.6370	0	11.8200
<i>GovRD</i>	1891	2.5130	3.6140	0	11.1000
<i>Hi-tech_Manu</i>	1891	0.3500	0.4770	0	1.0000
<i>Hi-tech_Service</i>	1891	0.05180	0.2220	0	1.0000
<i>Firm_Size</i>	1891	6.0130	1.2420	0	10.3800
<i>Firm_Age</i>	1891	2.4600	0.5690	0	4.0600
<i>RD_Dpart</i>	1891	1.5390	1.4720	0	29.0000
<i>Export</i>	1891	6.0130	4.7820	-1.1810	14.4600
<i>Cap_Int</i>	1891	5.2170	1.1880	0	11.6600

表 7 面板 Tobit 随机效应回归变量的相关系数矩阵

变量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. <i>Patent_{t+1}</i>	1.0000										
2. <i>Firm_R&D_{t+1}</i>	0.3806*	1.0000									
3. <i>Tech_Out_{t+1}</i>	0.1107*	0.1659*	1.0000								
4. <i>GovRD</i>	0.1652*	0.0981*	0.3083*	1.0000							
5. <i>Hi-tech_Manu</i>	-0.0973*	-0.0182	-0.0076	-0.0133	1.0000						
6. <i>Hi-tech_Service</i>	-0.1324*	-0.0836*	-0.0082	-0.0280	-0.1714*	1.0000					
7. <i>Firm_Size</i>	0.3009*	0.6029*	0.1743*	0.0744*	0.0227	-0.1519*	1.0000				
8. <i>Firm_Age</i>	0.0489	0.1675*	0.1017*	-0.0443	-0.0564*	-0.1460*	0.2448*	1.0000			
9. <i>RD_Dpart</i>	0.1647*	0.1384*	0.2355*	0.1431*	-0.0637*	-0.0889*	0.2126*	0.1001*	1.0000		
10. <i>Export</i>	0.1543*	0.3397*	0.0216	-0.0012	0.0726*	-0.2281*	0.4426*	0.0953*	0.0880*	1.0000	
11. <i>Cap_Int</i>	0.0635*	0.2314*	-0.0142	0.0699*	-0.0491*	-0.2130*	0.0529*	0.0591*	0.0990*	0.1622*	1.0000

研发合作的主效应影响。模型 1、模型 3、模型 5 分别为只加入控制变量的回归模型,模型 2、模型 4、模型 6 为加入政府研发补贴后的模型。模型 2 的回归结果显示,政府研发补贴对企业专利申请量呈显著正相关关系,在 1%的水平上显著,假设 1 得到验证。模型 4 的回归结果显示,政府研发补贴对企业研发投入的回归系数为 0.025,在 5%的水平上显著,表明政府研发补贴对企业研发投入有显著的正向促进作用,假设 2 得到验证。此外,模型 6 回归结果显示,政府研发补贴对企业与大学科研院所的研发合作具有显著的正向作用,回归系数为 0.386,在 1%的水平上显著,假设 3 得到验证。

此外,在控制变量中,企业规模对专利申请、企业研发投入以及企业研发合作均有显著的正向影响。

这表明规模越大的企业,在企业的研发活动中的绩效更好。其次,企业的自建研发中心数量越多,企业的专利申请量越高,企业与大学科研院所合作的投入也越多。第三,反映企业财务实力的出口额和资本强度,与企业的研发投入均有显著的正相关关系。第四,处于高技术服务业的企业更愿意进行研发自投入。第五,非高技术产业的企业在专利申请量上,都要有更好的绩效,这表明江苏省的非高技术产业的传统产业企业也在谋求通过技术创新转型升级,研发意愿更为强烈,并产生了较好的研发绩效。

4.3 企业研发投入,与大学科研院所研发合作的中介效应

为了验证中介作用,首先要检验政府研发补贴对企业研发投入和企业研发合作的影响,即假设 2 和

表8 面板Tobit随机效应回归结果(主效应)

变量	专利申请量		企业研发投入		企业研发合作	
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6
<i>Hi-tech_Manu</i>	-0.393*** (0.117)	-0.397*** (0.115)	-0.035 (0.082)	-0.037 (0.081)	-0.132 (0.774)	-0.130 (0.714)
<i>Hi-tech_Service</i>	-0.813*** (0.261)	-0.807*** (0.257)	0.489*** (0.185)	0.488*** (0.184)	0.244 (1.726)	0.344 (1.595)
<i>Firm_Size</i>	0.263*** (0.044)	0.257*** (0.043)	0.718*** (0.034)	0.713*** (0.034)	0.887*** (0.293)	0.778*** (0.279)
<i>Firm_Age</i>	-0.138 (0.095)	-0.121 (0.094)	0.054 (0.068)	0.064 (0.068)	1.051* (0.619)	1.148** (0.574)
<i>RD_Dpart</i>	0.049** (0.024)	0.044* (0.024)	-0.004 (0.023)	-0.010 (0.023)	0.371*** (0.131)	0.350*** (0.131)
<i>Export</i>	0.009 (0.011)	0.010 (0.011)	0.027*** (0.009)	0.028*** (0.009)	-0.036 (0.072)	-0.028 (0.069)
<i>Cap_Int</i>	0.003 (0.036)	-0.004 (0.036)	0.287*** (0.031)	0.283*** (0.031)	-0.183 (0.235)	-0.286 (0.230)
<i>GovRD</i>		0.040*** (0.011)		0.025** (0.010)		0.386*** (0.071)
<i>_cons</i>	0.542 (0.366)	0.418 (0.363)	3.157*** (0.291)	3.096*** (0.291)	-8.168*** (2.437)	-8.690*** (2.299)
<i>N</i>	1379	1379	1379	1379	1379	1379
<i>Prob > chi²</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Log likelihood</i>	-2121.020	-2115.036	-2232.578	-2229.443	-2121.290	-2106.577
<i>left-censored</i>	220	220	15	15	862	862
<i>Uncensored</i>	1159	1159	1364	1364	517	517

假设3,上述关系在表8的模型4~模型6中已经得到验证,此外,在表9中,模型8和模型10分别验证了企业与大学科研院所合作,企业研发投入对企业专利申请量的单独影响。结果表明,二者均分别显著的影响了企业的研发技术产出。因此,二者的中介效应的前提成立,下一步则验证在专项资金影响企业专利申请量的主效应模型中逐次加入中介变量后,专项资金的系数以及显著程度的变化,以确定中介的类型。

在引入了企业研发投入和企业研发合作变量之后,政府研发补贴对企业研发产出的回归系数仍然显著,但是系数值均变小。加入企业研发投入变量之后,政府研发补贴对企业研发产出(专利申请量)的回归系数由0.04变为0.035,加入企业与大学

科研院所合作变量之后,政府研发补贴对企业研发产出的回归系数也由0.04降低为0.035,但仍然显著。模型12为同时加入中介变量时的全模型结果,与模型9和模型11显示的结论一致。因此,可以说政府研发补贴对于企业研发产出的影响部分是通过企业研发投入和企业与大学科研院所合作产生的,企业研发投入与企业外部合作均起到了部分中介作用。假设H4a和假设H4b得到支持。

为了验证企业研发投入可能在专项资金促进企业对外研发合作的过程中所起到的一定中介作用。本文又进行模型13~模型16的回归(见表10)。如模型16所示,在加入企业研发投入的变量之后,政府研发补贴对企业对外合作的回归系数由0.386降低至0.372,但仍然显著。结果说明,企业

表 9 面板 Tobit 随机效应回归结果(中介效应)

变量	政府研发补贴对企业研发产出的中间机制探索					
	模型 7	模型 8	模型 9	模型 10	模型 11	模型 12
<i>Hi-tech_Manu</i>	-0.397*** (0.115)	-0.396*** (0.116)	-0.399*** (0.115)	-0.388*** (0.111)	-0.391*** (0.110)	-0.392*** (0.110)
<i>Hi-tech_Service</i>	-0.807*** (0.257)	-0.827*** (0.260)	-0.820*** (0.257)	-0.939*** (0.250)	-0.933*** (0.247)	-0.939*** (0.247)
<i>Firm_Size</i>	0.257*** (0.043)	0.249*** (0.044)	0.246*** (0.043)	0.064 (0.048)	0.061 (0.047)	0.057 (0.047)
<i>Firm_Age</i>	-0.121 (0.094)	-0.153 (0.095)	-0.136 (0.094)	-0.156* (0.091)	-0.140 (0.090)	-0.150* (0.090)
<i>RD_Dpart</i>	0.044* (0.024)	0.043* (0.024)	0.039* (0.024)	0.050** (0.023)	0.045** (0.023)	0.042* (0.023)
<i>Export</i>	0.010 (0.011)	0.009 (0.011)	0.010 (0.011)	0.001 (0.010)	0.002 (0.010)	0.003 (0.010)
<i>Cap_Int</i>	-0.004 (0.036)	0.005 (0.036)	-0.001 (0.036)	-0.079** (0.036)	-0.083** (0.036)	-0.080** (0.036)
<i>GovRD</i>	0.040*** (0.011)		0.035*** (0.012)		0.035*** (0.011)	0.032*** (0.011)
<i>Tech_Out_{t+1}</i>		0.035*** (0.011)	0.029** (0.011)			0.019* (0.011)
<i>Firm_R&D_{t+1}</i>				0.308*** (0.036)	0.302*** (0.035)	0.297*** (0.035)
<i>_cons</i>	0.418 (0.363)	0.551 (0.365)	0.443 (0.363)	-0.660* (0.382)	-0.738* (0.379)	-0.703* (0.379)
<i>N</i>	1379	1379	1379	1379	1379	1379
<i>Prob > chi²</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Log likelihood</i>	-2115.036	-2116.242	-2111.747	-2072.988	-2068.015	-2066.492
<i>left-censored</i>	220	220	220	220	220	220
<i>Uncensored</i>	1159	1159	1159	1159	1159	1159

研发投入在政府研发补贴和企业与大学科研院所合作的影响过程中起部分中介作用,因此支持了假设 4c。

5 实证分析与讨论

首先,本研究的实证结果首先证实了政府研发补贴促进了企业的专利申请量,即对企业的研发产出有显著的正向影响;同时,政府研发补贴也促进了企业自身的研发投入。这一研究结论与中国情境下的现有相关研究的结论基本一致^[18,28,30,33]。

其次,本研究探索并验证了在中国情境下,政府研发补贴对企业与大学科学院所进行研发合作的影响。实证结果表明,政府研发补贴显著促进了企业与大学科研院所建立研发合作关系,这一研究

结论呼应了国外现有的相关研究^[38,63]。从制度理论的角度看,通过接受研发补贴为企业带来的政府背书,提升了企业的合法性,这有助于为企业与大学科研院所建立稳定的联系。

第三,本文研究了企业的研发投入,与大学科研院所的合作在政府研发补贴促进企业专利申请量的影响中的中介效应。实证结果表明,企业的研发投入,与大学科研院所的合作均在政府研发补贴影响企业的研发产出过程中起到了部分中介的作用。这与 Kang 和 Park 的研究结论类似^[16],即研发补贴通过促进企业的研发投入和对外研发合作,促进了企业在短期和长期内的内部技术知识的积累和吸收能力的提升,以及刺激了企业获取和整合外部

表10 面板Tobit随机效应回归结果(中介效应)

变量	研发投入在研发补贴对企业对外合作影响的中介效应			
	模型13	模型14	模型15	模型16
<i>Hi-tech_Manu</i>	-0.132 (0.774)	-0.130 (0.714)	-0.094 (0.767)	-0.092 (0.712)
<i>Hi-tech_Service</i>	0.244 (1.726)	0.344 (1.595)	-0.264 (1.716)	-0.156 (1.594)
<i>Firm_Size</i>	0.887*** (0.293)	0.778*** (0.279)	0.123 (0.352)	0.079 (0.335)
<i>Firm_Age</i>	1.051* (0.619)	1.148** (0.574)	0.997 (0.614)	1.113* (0.571)
<i>RD_Dpart</i>	0.371*** (0.131)	0.350*** (0.131)	0.383*** (0.130)	0.359*** (0.130)
<i>Export</i>	-0.036 (0.072)	-0.028 (0.069)	-0.056 (0.071)	-0.048 (0.068)
<i>Cap_Int</i>	-0.183 (0.235)	-0.286 (0.230)	-0.456* (0.242)	-0.535** (0.236)
<i>GovRD</i>		0.386*** (0.071)		0.372*** (0.070)
<i>Firm_R&D_{t-1}</i>			1.113*** (0.304)	1.003*** (0.283)
<i>_cons</i>	-8.168*** (2.437)	-8.690*** (2.299)	-12.585*** (2.769)	-12.530*** (2.588)
<i>N</i>	1379	1379	1379	1379
<i>Prob > chi²</i>	-2121.290	-2106.577	-2111.795	-2097.928
<i>Log likelihood</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<i>left-censored</i>	862	862	862	862
<i>Uncensored</i>	517	517	517	517

知识,随之带来研发产出的提高。这一研究结论也呼应并补充了周江华等的研究^[18],即企业的外部研发合作不仅在研发补贴促进新产品产出中有中介作用,促进专利产出的过程中,同样具有中介作用。

但是,当同时纳入企业研发投入和企业对外合作的变量,企业对外研发合作行为这一中介效应的显著性大幅降低。为此,本文进一步探索了企业研发投入在研发补贴促进企业与大学科研院所合作中可能的中介作用。实证结果表明,企业的研发投入具有显著的部分中介效应,这意味着尽管企业在研发补贴的资助下更有可能从高水平的科研机构获得外部知识,但是企业仍需通过自身更多的研发投入来提升吸收能力,以充分利用这些从外部获取

的知识。这种企业内外部围绕研发的学习行为的紧密互动呼应了Powell的研究^[64]。

6 结 论

本研究通过对江苏省科技成果转化专项资金的实证分析发现,政府研发补贴对企业研发产出,即滞后一期的专利申请量有显著的正向促进作用。同时,政府研发补贴还促进了企业的研发投入和企业与大学科研院所的合作,而这二者在政府研发补贴对企业研发产出的影响中起部分中介作用。此外,企业研发投入在政府研发补贴促进企业与大学科研院所合作的过程中起部分中介作用。

本研究从更为综合性的角度出发,探讨了政府研发补贴,企业的投入、产出以及企业与大学科研

院所合作之间的互动关系,进一步深入探索和刻画了政府研发补贴影响企业研发活动的复杂中间机制,丰富了创新政策的研究。本研究扩展了在中国情境下的政府研发补贴相关研究,尤其是将研发补贴对企业与大学科研院所合作的影响纳入到研发补贴效用的研究中来。这在中国政府强调以企业为主体的创新驱动发展的战略背景下,本研究为政府如何提供有效的研发补贴政策支持,以鼓励企业的外研合作,实质性提升企业的研发能力,促进企业的研发产出,提供了理论分析和实证结果的支撑。

本文的研究结论对中国政府有重要的政策启示。第一,从本文的研究结论出发,政府的研发补贴政策在设计上应突出以下几个重点。首先,在补贴的供给上,中国政府应该强调研发补贴发挥政府资本的引导和杠杆作用的重要性,激活全社会创新资源。其次,企业需要学习和吸收外部的新知识用于研发。因此,政府的研发补贴政策需要避免寻求短期回报的做法,并将研发补贴政策的评价重点从结果导向向过程导向转变,激励企业在获得研发补贴后调整和改变研发行为,例如与外部大学科研院所合作。

第二,为配合研发补贴政策,中国政府还需要创造适宜的外部环境,促进企业与大学,科研院所等外部机构建立研发合作。这要求中国政府建立相关体制机制,拓展产学研合作的深度和广度,促进科研机构的研究与产业需求挂钩,鼓励企业参与大学与科研院所的研发活动。

本研究仍存在一些不足之处,但也为后续研究提供了潜在的研究方向。第一,本研究采用的样本是江苏省高新技术企业,而江苏省是中国的创新领先省份,企业的研发能力在整体水平上处于全国领先地位。对于其他省份,尤其是企业创新能力相对落后的省份,政府研发补贴是否也存在同样的影响,在本研究中是无法验证的。因此,可以横向扩展研究样本,比较中国不同技术发展阶段,不同创

新能力的地区中政府研发补贴对企业研发与学习行为,创新绩效的影响以及其之间的互动关系。

第二,本研究在变量设置上,无法刻画企业与产业伙伴的合作关系对研发补贴效用,以及对企业研发绩效的影响。但是Li等认为^[57],和供应商,用户,乃至竞争对手之间的互动也会对企业创新绩效产生深刻的影响,且与政府资助具有相互作用。因此,未来研究可以设置与产业合作者的研发合作变量,研究政府研发补贴政策对企业与产业伙伴进行研发合作的影响,并可以分别研究该合作与中央和地方政府的研发补贴政策的互动,以及对企业研发绩效的影响。此外,还可以探索企业与地方伙伴连结,跨地区连结所形成的知识流动对企业研发绩效的影响^[65]。

参考文献

- [1] Dimos C, Pugh G. The effectiveness of R&D subsidies: A meta-regression analysis of the evaluation literature[J]. Research Policy, 2016,45(4):797-815.
- [2] Becker B. Public R&D policies and private R&D investment: A survey of the empirical evidence[J]. Journal of Economic Surveys, 2015,29(5):917-942.
- [3] David P A, Hall B H, Toole A A. Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence[J]. Research Policy, 2000, 29(4/5):497-529.
- [4] Garcia-Quevedo J. Do public subsidies complement business R&D? A meta-analysis of the econometric evidence[J]. Kyklos, 2004,57(1):87-102.
- [5] Klette T J, Moen J, Griliches Z. Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Microeconomic evaluation studies[J]. Research Policy, 2000,29(4/5): 471-495.
- [6] Martin S, Scott J T. The nature of innovation market failure and the design of public support for private innovation[J]. Research Policy, 2000,29(4/5):437-447.
- [7] WTO. Agreement on Subsidies and Countervailing Mea-

- sures, SCM Agreement[Z/OL].[2018-02-14]. https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/24-scm_01_e.htm.
- [8] Arrow K. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention[M]. Princeton: Princeton University Press, 1962.
- [9] Nelson R R. The simple economics of basic scientific research[J]. Journal of Political Economy, 1959,67(3): 297-306.
- [10] Bush V. Science: The Endless Frontier[M]. Washington: United States Government Printing Office, 1945.
- [11] Hall B H, Lerner J. The Financing of R&D and Innovation[R]. North-Holland: Handbook of the Economics of Innovation, 2010.
- [12] Jourdan J, Kivleniece I. Too much of a good thing? The dual effect of public sponsorship on organizational performance[J]. Academy of Management Journal, 2017,60(1):55-77.
- [13] Antonioli D, Marzucchi A. Evaluating the additionality of innovation policy: A review focused on the behavioural dimension[J]. World Review of Science, Technology and Sustainable Development, 2012,9(2/4): 124-148.
- [14] Baum J A, Calabrese T, Silverman B S. Don't go it alone: Alliance network composition and startups' performance in Canadian biotechnology[J]. Strategic Management Journal, 2000,21(3):267-294.
- [15] George G, Zahra S A, Wood D R. The effects of business-university alliances on innovative output and financial performance: A study of publicly traded biotechnology companies[J]. Journal of Business Venturing, 2002,17(6):577-609.
- [16] Kang K, Park H. Influence of government R&D support and inter-firm collaborations on innovation in Korean biotechnology SMEs[J]. Technovation, 2012,32(1): 68-78.
- [17] Cerulli G, Gabriele R, Potì B. The role of firm R&D effort and collaboration as mediating drivers of innovation policy effectiveness[J]. Industry and Innovation, 2016,23(5):426-447.
- [18] 周江华,李纪珍,刘子譞,等. 政府创新政策对企业创新绩效的影响机制[J]. 技术经济, 2017(1):57-65.
- [19] 江苏省科学技术厅江苏省统计局. 2015年江苏省高新技术产业主要数据统计公报[Z/OL]. [2016-01-27]. <http://www.jssts.com/Item/572.aspx>.
- [20] 江苏省科学技术厅. 企业技术创新政策简明手册[Z/OL]. [2011-01-28]. <http://www.jstd.gov.cn/zwgk/fggw/ck348/2009/04/11162315687.html>.
- [21] 张宝刚,朱志凌. 江苏省科技成果转化专项资金十年回顾[J]. 江苏科技信息, 2015(4):14-16.
- [22] 任海玲,孙兴莲,邵笑冰,等. 江苏省科技成果转化专项资金管理实践与成效[J]. 科技管理研究,2012(1):80-83.
- [23] Wernerfelt B. A resource-based view of the firm[J]. Strategic Management Journal, 1984,5(2):171-180.
- [24] Yam R C, Guan J C, Pun K F, et al. An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: Some empirical findings in Beijing, China[J]. Research Policy, 2004,33(8):1123-1140.
- [25] Radas S, Anit I, Tafro A, et al. The effects of public support schemes on small and medium enterprises[J]. Technovation, 2015(38):15-30.
- [26] Rangan S, Samii R, Van Wassenhove L N. Constructive partnerships: When alliances between private firms and public actors can enable creative strategies[J]. Academy of Management Review, 2006,31(3):738-751.
- [27] Amezcua A S, Grimes M G, Bradley S W, et al. Organizational sponsorship and founding environments: A contingency view on the survival of business-incubated firms, 1994-2007[J]. Academy of Management Journal, 2013,56(6):1628-1654.
- [28] Guo D, Guo Y, Jiang K. Government-subsidized R&D and firm innovation: Evidence from China[J]. Research Policy, 2016,45(6):1129-1144.
- [29] Xu K, Huang K, Xu E. Giving fish or teaching to fish? An empirical study of the effects of government research and development policies[J]. R&D Management, 2014,44(5):484-497.

- [30] 李凤梅,柳卸林,高雨辰,等. 产业政策对我国光伏企业创新与经济绩效的影响[J]. 科学学与科学技术管理, 2017(11):47-60.
- [31] Colander D. The death of neoclassical economics[J]. *Journal of the History of Economic Thought*, 2000, 22(2):127-143.
- [32] 陈玲,杨文辉. 政府研发补贴会促进企业创新吗?来自中国上市公司的实证研究[J]. 科学学研究, 2016,34(3): 433-442.
- [33] Liu X, Li X, Li H. R&D subsidies and business R&D: Evidence from high-tech manufacturing firms in Jiangsu[J]. *China Economic Review*, 2016(41):1-22.
- [34] 戴小勇,威力为. 财政补贴政策对企业研发投入的门槛效应[J]. 科研管理,2014(6):68-76.
- [35] Clarysse B, Wright M, Mustar P. Behavioural additivity of R&D subsidies: A learning perspective[J]. *Research Policy*, 2009,38(10):1517-1533.
- [36] Caloffi A, Rossi F, Russo M. What makes SMEs more likely to collaborate? Analyzing the role of regional innovation policy[J]. *European Planning Studies*, 2015, 23(7):1245-1264.
- [37] Oughton C, Landabaso M, Morgan K. The regional innovation paradox: Innovation policy and industrial policy[J]. *Journal of Technology Transfer*, 2002,27(1): 97-110.
- [38] Afcha S, Garcia-Quevedo J. The impact of R&D subsidies on R&D employment composition[J]. *Industrial and Corporate Change*, 2016,25(6):955-975.
- [39] Dyer J H, Singh H. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage[J]. *Academy of Management Review*, 1998, 23(4):660-679.
- [40] Motohashi K. The role of the science park in innovation performance of start-up firms: An empirical analysis of Tsinghua Science Park in Beijing[J]. *Asia Pacific Business Review*, 2013,19(4):578-599.
- [41] Wang Y, Li J, Furman J L. Firm performance and state innovation funding: Evidence from China's Innovation Program[J]. *Research Policy*, 2017,46(6):1142-1161.
- [42] Kim B K, Park S K. The role of partner communication on cooperative R&D between SMEs and public research institutes in Korea[J]. *Asian Journal of Technology Innovation*, 2015,23(3):366-382.
- [43] Armanios D E, Eesley C E, Li J, et al. How entrepreneurs leverage institutional intermediaries in emerging economies to acquire public resources[J]. *Strategic Management Journal*, 2017,38(7):1373-1390.
- [44] Zeng S X, Xie X M, Tam C M. Relationship between cooperation networks and innovation performance of SMEs[J]. *Technovation*, 2010,30(3):181-194.
- [45] Zheng W, Singh K, Mitchell W. Buffering and enabling: The impact of interlocking political ties on firm survival and sales growth[J]. *Strategic Management Journal*, 2015,36(11):1615-1636.
- [46] Okamuro H, Nishimura J. Not just financial support? Another role of public subsidy in university-industry research collaborations[J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2015,24(7):633-659.
- [47] Lööf H, Broström A. Does knowledge diffusion between university and industry increase innovativeness?[J]. *Journal of Technology Transfer*, 2008,33(1): 73-90.
- [48] Czarnitzki D, Hottenrott H. Collaborative R&D as a Strategy to Attenuate Financing Constraints[R]. Mannheim: ZEW-Centre for European Economic Research, 2012.
- [49] Cassiman B, Veugelers R. R&D cooperation and spillovers: Some empirical evidence from Belgium[J]. *American Economic Review*, 2002,92(4):1169-1184.
- [50] Hottenrott H, Lopes-Bento C. (International) R&D collaboration and SMEs: The effectiveness of targeted public R&D support schemes[J]. *Research Policy*, 2014,43(6):1055-1066.
- [51] Muscio A. The impact of absorptive capacity on SMEs' collaboration[J]. *Economics of Innovation and*

- New Technology, 2007,16(8):653-668.
- [52] Cohen W M, Levinthal D A. Innovation and learning: The two faces of R&D[J]. Economic Journal, 1989, 99(397):569-596.
- [53] Cerulli G. Modelling and measuring the effect of public subsidies on business R&D: A critical review of the econometric literature[J]. Economic Record, 2010, 86(274):421-449.
- [54] Gonzalez X, Jaumandreu J, Pazo C. Barriers to innovation and subsidy effectiveness[J]. Rand Journal of Economics, 2005,36(4):930-950.
- [55] Boeing P. The allocation and effectiveness of China's R&D subsidies: Evidence from listed firms[J]. Research Policy, 2016,45(9):1774-1789.
- [56] Carboni O A. An empirical investigation of the determinants of R&D cooperation: An application of the inverse hyperbolic sine transformation[J]. Research in Economics, 2012,66(2):131-141.
- [57] Li J, Xia J, Zajac E J. On the duality of political and economic stakeholder influence on firm innovation performance: Theory and evidence from Chinese firms[J]. Strategic Management Journal, 2018,39(1): 193-216.
- [58] Soderblom A, Samuelsson M, Wiklund J, et al. Inside the black box of outcome additionality: Effects of early-stage government subsidies on resource accumulation and new venture performance[J]. Research Policy, 2015,44(8):1501-1512.
- [59] Griliches Z. Patent statistics as economic indicators: A survey[J]. Journal of Economic Literature, 1990,28(4): 1661-1707.
- [60] Guan J, Yam R C M. Effects of government financial incentives on firms' innovation performance in China: Evidences from Beijing in the 1990s[J]. Research Policy, 2015,44(1):273-282.
- [61] Gök A, Edler J. The use of behavioural additionality evaluation in innovation policy making[J]. Research Evaluation, 2012,21(4):306-318.
- [62] Hussinger K. R&D and subsidies at the firm level: An application of parametric and semiparametric two-step selection models[J]. Journal of Applied Econometrics, 2008,23(6):729-747.
- [63] Marzucchi A, Antonioli D, Montresor S. Industry-research co-operation within and across regional boundaries: What does innovation policy add?[J]. Papers in Regional Science, 2015,94(3):499-524.
- [64] Powell W W. Learning from collaboration: Knowledge and networks in the biotechnology and pharmaceutical industries[J]. California Management Review, 1998, 40(3):228-240.
- [65] Qiu S, Liu X, Gao T. Do emerging countries prefer local knowledge or distant knowledge? Spillover effect of university collaborations on local firms[J]. Research Policy, 2017,46(7):1299-1311.

Research on the Influence Mechanism of Public R&D Subsidy on Firms' R&D Output: An Empirical Study of Jiangsu Province

GAO Yuchen^{1,2}, LIU Xielin¹, MA Yonghao³, ZHANG Hua⁴

(1. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; 2. Sino-Danish Center for Education and Research, Beijing 100190, China; 3. Jiangsu Information Institute of Science and Technology, Nanjing 210042, China; 4. Jiangsu Academy of Science and Technology for Development, Nanjing 210042, China)

Abstract: Public R&D subsidy is one of the important instruments to tackle the R&D related market failures and promote firm-level R&D activities. However, very few studies have explored and discussed the interactions between public R&D subsidy, firm-level R&D output, their R&D investment and collaborations with universities and public research institutes to further unfold the complex 'black-box' of the effect of R&D subsidy on firms' R&D activities. By adopting propensity score matching and Tobit regression with random effect, the empirical evidences based Jiangsu Province indicate that public R&D subsidy exerts a significant positive effect on firm-level R&D output measured by patent applications. It is also found that firms' R&D investment and the collaborations with universities and public research institutes partly mediate the effect of R&D subsidy on firms' patent applications, respectively. In addition, according to the empirical evidences, firm-level R&D investment plays a partial mediating role in the facilitating effect of R&D subsidy on firms' collaborations with universities and public research institutes.

Key words: public R&D subsidy; R&D output; mediation effect; firms' R&D collaboration; Tobit regression