

基于 CiteSpace 我国 PISA 数学测评 20 年研究透析*

陈馨悦 段志贵 张 雯

摘 要:基于 PISA 数学测评 20 年国内 145 篇学术论文的可视化图谱分析,发现我国 PISA 数学测评研究没有较大影响的核心作者,研究者间的合作也不十分密切;研究热点集中在数学素养、数学测试以及数学教育等方面。推进我国 PISA 数学测评的进一步深入研究,一要研究队伍扩大化,二要研究主体合作化,三要研究方法科学化,四要研究视野国际化。

关键词: PISA; 数学测评; 可视化; 可视化图谱分析

DOI:10.16391/j.cnki.jyks.2020.06.009

PISA 测试自 2000 年诞生以来已经走过了整整 20 个年头,国际上对 PISA 的研究正如火如荼地展开,尤其是德国、美国、土耳其、澳大利亚等国在全球 PISA 测评研究领域占有优势地位^[1]。自上海 2009 年第一次参加 PISA 测试以来, PISA 在国内的研究也开始逐渐升温。上一次数学作为主测科目的 2012 年,上海夺得了数学、阅读、科学三项世界第一,时隔 9 年,2021 年 PISA 又将以数学作为主测科目,在以“学科核心素养”为导向的基础教育课程改革的当下,有必要对我国 PISA 数学测评研究进行系统梳理,以为数学教育研究的深入开展以及数学学科教学的规划、实施与测评研究拓展思路。

一、数据来源与研究方法

(一) 数据收集与整理

以中国知网(CNKI)为文献数据来源,时间跨度为

2000 年至 2019 年,样本文献由两部分分别检索构成。第一部分为所有篇名中同时包含“PISA”和“数学”的中文期刊文献,剔除一篇无关文献,剔除一篇相同文献后,得到 136 篇;第二部分为刊名包含“数学”二字的期刊刊登的篇名含有“PISA”的文献,剔除与第一部分重合的文献,剔除无关文献,共得到 9 篇。两部分合计得到 145 篇文献作为分析样本,分别采集样本文献的发表年份、标题、作者姓名、作者单位、摘要、关键词共 6 项信息。

(二) 研究方法

以 CiteSpace V.5.0.R1 为基本研究工具,绘制作者共现图与研究机构共现图,分析 PISA 数学测评研究的作者与研究机构分布情况;绘制关键词共现图与聚类图,分析 PISA 数学测评研究的研究领域与研究内容;绘制关键词时区图与关键词突现表,分析 PISA 数学测

作者简介:陈馨悦,女,江苏南通人,南京师范大学教师教育学院硕士研究生,主要研究方向为中学数学教学(南京 210023);段志贵,男,江苏盐城人,盐城师范学院数学与统计学院教授,南京师范大学硕士生导师,主要研究方向为教师教育、数学课程与教学论(盐城 224002);张雯,女,江苏南京人,南京师范大学教师教育学院硕士研究生,主要研究方向为中学数学教学(南京 210023)

* **基金项目:**本文系江苏省教育学会重点课题“苏北初中数学名师个案跟踪研究”(项目编号:16B9J4YC9);盐城师范学院教育教学改革重点课题“师范类专业认证背景下的数学教学论课程教学改革的探索和思考”(项目编号:2018YCTUJGZ011)的研究成果

评研究的研究热点演化脉络。

二、研究图景

(一) 文献年度分布

一般来说,某个领域的文献数量在一定程度上可

以反映该领域的研究规模,数量的增长趋势则可以反映研究热度的变化。本研究通过对样本中 145 篇文献的发表年份进行统计,描绘了 CNKI 中关于 PISA 数学测评研究的学术论文分布,如图 1 所示。

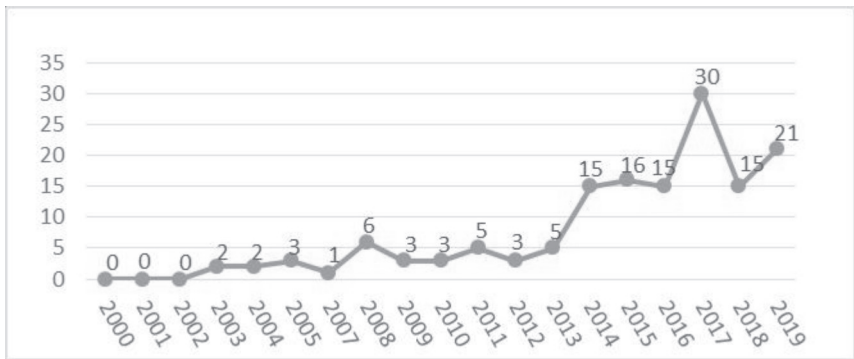


图 1 CNKI 中关于 PISA 数学测评研究的学术论文分布

可以看到,近 20 年来有关 PISA 数学测评研究相关文献数量有以下两个特征:一是自 2013 年开始发文数量显著提升。2013 年之前 PISA 数学测评研究类文献的发文量,每年仅为个位数,而 2013 年之后,发文量开始有了较大幅度的增长,尤其以 2017 年表现突出,共入选了 30 篇;二是发文量表现出“三年一个周期”的态势。2012-2014 年和 2015-2017 年,两段的最后一年发文量较前一年均有一个激增,表现出“低—低—高”的特点。距离本研究最近的 PISA 测试为 2018 年,

2019 年 12 月 3 日 OECD 公布了该测试的结果,可以预见,2020 年将迎来 PISA 数学测评研究发文量的一个小高峰。

(二)作者共现分析

相关统计显示,在样本所含的145篇文献中有65篇是由两名及两名以上作者合作完成的,占比为44.8%。为进一步分析作者合作发文情况,基于CiteSpace软件,绘制出PISA数学测评研究领域发文量大于等于2篇的学者之间的合作网络图谱,如图2所示。

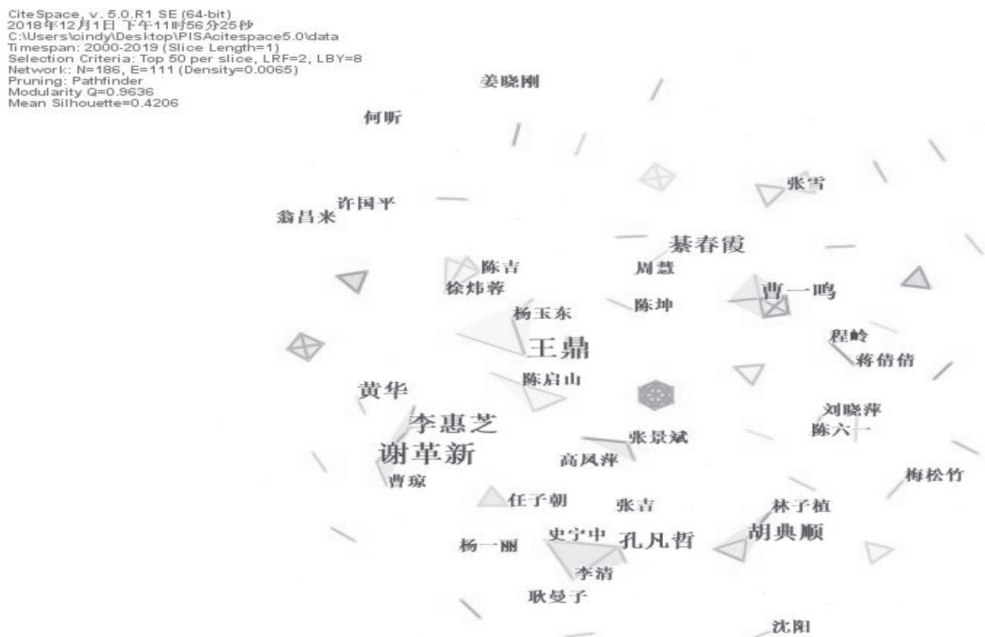


图 2 PISA 数学测评研究领域主要作者合作网络图谱

进一步对样本中的作者署名进行了频次统计,表1列出了样本中作者署名次数不少于3次的作者姓名、作者人数以及首次发表 PISA 数学测评类文献的年份。

表 1 PISA 数学测评研究的作者频次列表

序号	排名	署名次数	姓名	一级研究机构名称	首发年份
1	1	5	王鼎	上海市教育考试院	2008
2	1	5	谢革新	江苏江都中等专业学校	2017
3	2	4	李惠芝	江苏江都中等专业学校	2017
4	3	3	孔凡哲	东北师范大学	2005
5	3	3	黄华	上海市教委教学研究室	2010
6	3	3	綦春霞	北京师范大学	2009
7	3	3	曹一鸣	北京师范大学	2016
8	3	3	胡典顺	华中师范大学	2018

综合分析图2和表1,目前国内在 PISA 数学测评研究领域中,仅有少数几个作者之间存在少量合作。图2呈现的一个个独立的小研究团体,这些小研究团体大多以表1中列出的发文量最多的几个作者为中

心开展合作,且大部分小团体的成员属于同一研究机构或位于同一地区,尚未形成大的合作网络。发文数量在3篇及以上的作者仅有8人,占作者总数(186)的4.3%,可见 PISA 数学测评研究领域核心作者的比例并不高,且 PISA 数学测评的研究呈现出较为分散的局面。纵观整个样本,绝大多数作者的首发年份在2010年以后,发文数量最多的作者(王鼎、谢革新)也仅仅发表了5篇,可见,我国在 PISA 数学测评领域的研究队伍还不够强大,有待进一步扩充。

(三) 研究机构共现分析

机构共现的分析能从宏观角度基本展现相关研究机构及其合作研究的强度。图3展示的是2000-2019年期间发文量大于等于2篇的研究机构的合作网络图谱。在这份图谱中,有3个主要的研究机构合作网络,它们分别以发文量7篇的北京师范大学数学科学学院,发文量5篇的北京师范大学教育学部和发文量5篇的上海市教育考试院为核心,这三者是当前我国 PISA 数学测评研究领域发文量最高的机构,合计发文量占本研究样本论文总量的11.7%。

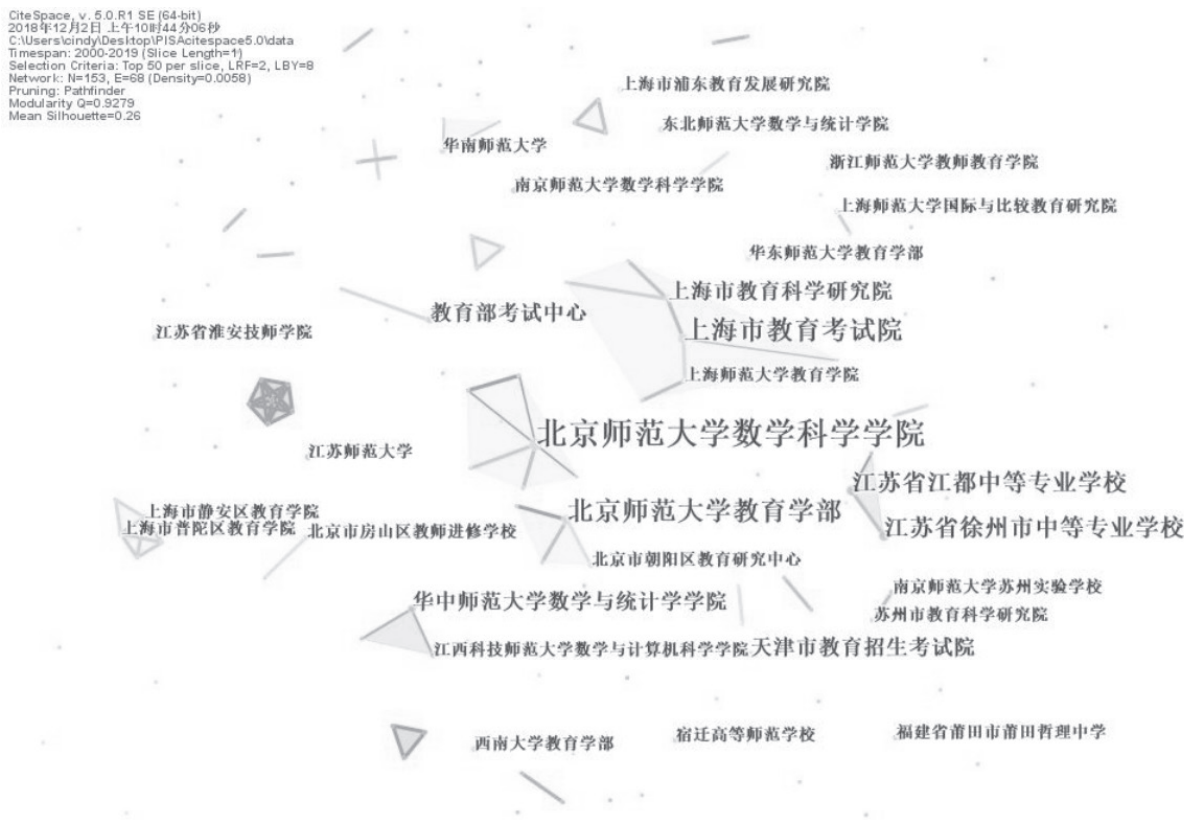


图3 2000-2019年研究机构合作网络图谱

将研究机构划归至一级机构,如北京师范大学数学科学学院与北京师范大学教育学部,统一记录为北京师范大学,上海市教育考试院与上海市教育科学研究所统一记录为上海市教育委员会,整理统计得到节点度最大的前 11 个机构,如表 2 所示。

表 2 PISA 数学测评研究的机构频次列表

序号	排名	一级研究机构名称	发文数量	占比 %	首发年份
1	1	北京师范大学	21	14.4	2009
2	2	上海市教育委员会	9	6.2	2008
3	3	华东师范大学	7	4.9	2008
4	3	华南师范大学	6	4.1	2004
5	4	上海师范大学	5	3.4	2008
6	4	江苏江都中等专业学校	5	3.4	2017
7	4	教育部考试中心	4	2.8	2003
8	4	东北师范大学	4	2.8	2005
9	4	天津师范大学	4	2.8	2011
10	4	南京师范大学	4	2.8	2016
11	4	徐州中等专业学校	4	2.8	2017

这 11 所研究机构的总发文量为 73 篇,占文献总量(145 篇)的 50.3%,可以将这 11 所机构看作 PISA 数

学测评研究领域的主要研究机构。可以看到,北师大居于“霸主”地位,发文总数远超过其他学校或研究机构,一定程度上反映出其在全国的中心地位和影响作用。从研究机构的地理位置来看,绝大多数研究机构位于上海、北京、江苏这三个国内参加 PISA 测试的主要省份。从研究机构的合作量来看,虽然该领域近年来得到了学术团体的广泛关注,但是目前研究机构之间的合作密度不大,合作力度不强,大多为 2-3 个机构之间的小规模零星合作,且大多数合作局限于本地区机构之间,少有跨省合作。从研究机构的首次发文年份来看,教育部考试中心、华南师范大学、东北师范大学最先在国内该领域有所建树,之后,华东师范大学、北京师范大学、上海师范大学、上海市教育委员会等也相继产出成果,随后,天津师范大学、南京师范大学等研究机构也纷纷开始加入到该领域的研究中来,研究的热度逐渐升高。

(四) 研究方法分析

任何一项研究都需要运用合适的方法,否则,其研究结论的科学性就可能受到质疑。我们对样本中的 145 文献的研究方法进行统计,如图 4、图 5 所示。

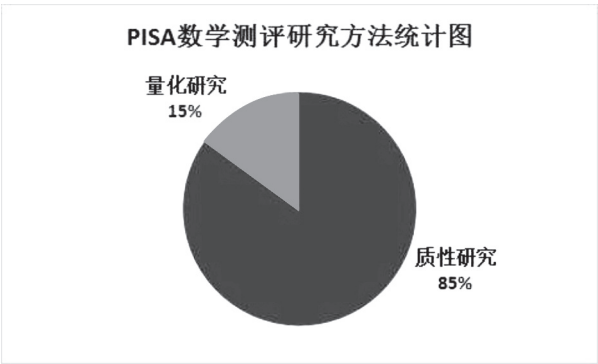


图 4 当前我国 PISA 数学测评研究方法统计图

图 4 显示当前我国 PISA 数学测评研究的研究方法总体呈现出单一化的倾向。145 篇文献中有 123 篇为质性研究,主要介绍 PISA 测试的理念、结果以及对中国教育考试及教学改革的影响和启示。而以 PISA 测试数据本身作为研究对象,通过建模等方式来分析各变量之间的相互影响等关系的量化研究极少,仅有 22 篇,且主要集中在 2017-2019 年,如图 5 所示,这 3 年发表的量化研究文献数量占比超过了

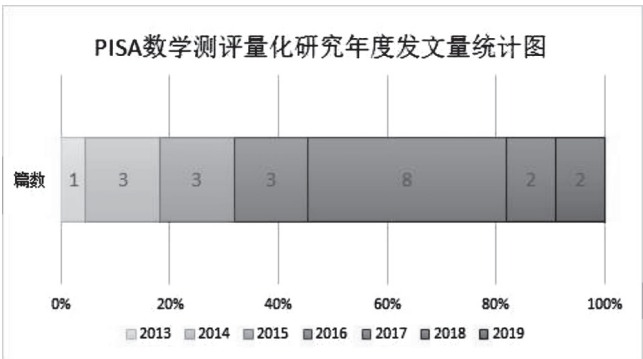


图 5 PISA 数学测评量化研究年度发文量统计图

一半。

(五) 研究热点分析

1. 关键词共现分析。关键词是学术论文的重要组成部分,它是一篇学术论文的论述话题、研究对象,因此对关键词的梳理有利于分析和掌握某学科领域的研究主题(概念)和研究内容。利用 CiteSpace 对频次在 7 次以上的本研究领域关键词做知识图谱呈现,结果如图 6 所示。

CiteSpace v. 5.0.R1 SE (64-bit)
2018年12月1日 下午10时37分03秒
C:\Users\cindy\Desktop\PI\Acitesspace5.0\data
Timespan: 2000-2019 (Slice Length=1)
Selection Criteria: Top 50 per slice, LRF=2, LBY=8
Network: N=236, E=461 (Density=0.0166)
Pruning: Pathfinder



图6 关键词共现图谱

基于图6显示出的论文关键词共现关系,可以看出,国内学者对于PISA数学测评的研究主要关注PISA测试、数学素养、数学教育、测评框架以及数学测试等领域,尤其是超过三分之二的论文关键词都选定了“数学素养”。

更进一步,我们通过论文关键词的提取和聚类分析,得到了如图7所示的9个研究领域,结合关键词共现图谱,我们可以把这9个领域进一步划分为数学素养、数学测试、数学教育与教学三个方面。

CiteSpace v. 5.0.R1 SE (64-bit)
2018年12月1日 下午10时37分03秒
C:\Users\cindy\Desktop\PI\Acitesspace5.0\data
Timespan: 2000-2019 (Slice Length=1)
Selection Criteria: Top 50 per slice, LRF=2, LBY=8
Network: N=236, E=461 (Density=0.0166)
Pruning: Pathfinder
Modularity Q=0.7359
Mean Silhouette=0.8688

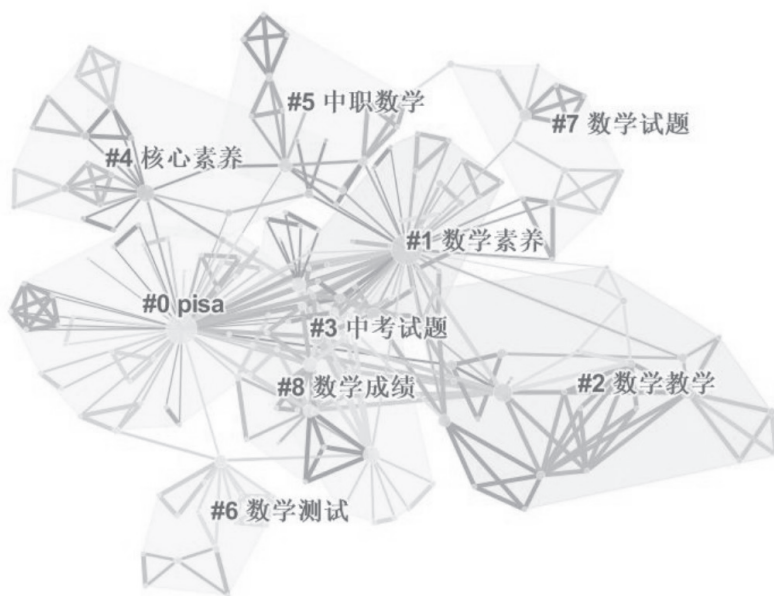
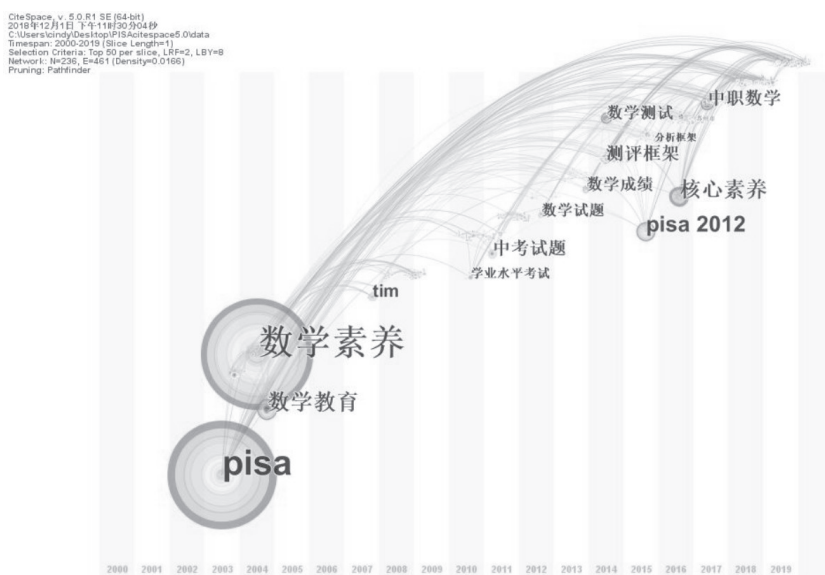


图7 关键词聚类关系图

2. 研究热点演化分析。关键词的迁移代表着不同时间段研究热点的变化。利用关键词生成时区图谱,我们可以看到随着时间的推移, PISA 数学测评研究领域热点的演进脉络。如图 8 所示,显示了主要关键词首次

出现的时间。在样本文献可视化分析中,如果关键词随后出现的频次越高,则显示的中文字体就越大,相应的圆圈也就越大。今天我们熟知的 PISA、数学素养、核心素养、测评框架、数学教育等,都是其中的高频关键词。



综合分析图8和图9,在PISA测试进入国内学者研究视野的这20年中,从2004年至今,数学素养始终是研究的热点,数学测试的相关研究内容——数学教育评价、中高考命题、测评框架等与数学素养相伴相生。同时,我们还可以发现,早期的PISA数学测评研究集中在对数学素养内涵的界定以及包含成份上^[2],中期学者们围绕数学素养展开数学测评命题及其分析研究^[3-4],并进一步反思改进数学教学模式^[5]。近几年,尤其是新版高中数学课程标准明确提出培养数学核心素养后,研究的重心转向到数学素养的教学渗透与培养策略上^[6-8]。可以说,在PISA数学测评的影响下,国内数学教育围绕着数学素养更进一步深入研究了数学教学的本质、功能、改革方向等,为新一轮义务教育数学课程标准的修订与实施奠定了基础。

三、研究内容分析

(一) 数学素养的内涵与影响因素

有关数学素养内涵一直都是PISA数学测评研究的热点。黄惠娟、王晞认为,PISA数学素养不仅要求学生掌握适应未来社会挑战的数学知识,还要求学生具备在生活中有效运用数学知识来提出问题、分析问题和解决问题的能力^[9]。谢利民、卢宏进一步指出PISA数学素养要求学生具备在各种情境中运用数学来提出、用公式表达、解释和解决问题的方法时,进行分析、推理和交流的能力^[10]。数学素养的影响因素是另一个热门的研究内容,主要包括数学焦虑与数学自我效能感^[11]、学习机会^[12]、父母数学价值观^[13]、教育资源^[14]、学校因素^[15]等。

(二) 数学测试的框架、比较与命题

国内学者对数学测试的研究主要分为四个热点领域:PISA数学测评框架评介、PISA测试题与国内中高考试题的比较、PISA与其他国际测试项目的比较、基于PISA测评框架的数学命题研究。

在PISA数学测评框架与典型试题评述方面,周明旭、曹一鸣详细介绍了PISA 2012数学测评的主要结构以及它们之间的相互关系^[16]。随着时间的推移,PISA数学测评框架的结构与内容也在发生变化,曹一鸣进一步对2000-2021年PISA数学测评框架的沿革做了比较分析^[17]。高凤萍通过对PISA数学素养测试典型例题分析PISA数学测评试题的特点^[18],周达等

分析了数学考试评价对于核心素养的渗透情况,总结出基于核心素养的数学考试评价应具备立足于现实生活情境、指向问题解决、体现开放性、反映数学本质等四个基本特征^[19]。

在PISA测试题与国内学业水平测试的比较研究方面,黄华从测试的目标、内容、试题的背景等7个方面比较研究了PISA数学素养测试与上海市初中毕业统一学业考试数学测试的异同^[20],沈阳和喻平从题目内容的一致性、题目难度、题目情境和题型等3个方面比较了PISA2012与南京市数学中考题^[21],陈吉等用SEC(对执行的课程的调查)方法对上海市中考数学与PISA数学素养评估的内容进行比较,并分析造成这种差异的若干可能因素^[22]。

在PISA与其他国际测试项目的比较研究方面,王鼎、李宝敏对PISA及TIMSS在测评分析框架的内容领域和过程领域上进行梳理分析^[23],刘晓玫与陈娟对PISA与TIMSS从对数学评价的基本理解、数学评价的框架和内容、问题的类型及特点三个方面做了简要比较^[24],都认为对课程的不同理解或关注导致了这两种测试不同的框架设计方式。除了与TIMSS进行比较,也有少量研究把PISA数学测评与美国国家教育进展评估数学测试(NAEP)进行了比较^[25]。

在PISA测评框架的数学命题研究方面,苏洪雨介绍了PISA数学素养测试题的设计和研发过程^[26],刘达、徐炜蓉、陈吉借鉴了PISA的框架和评分细则设计,对上海市2013年初中学业水平考试中一道试题进行改编和试测,发现改编后的试题更有利于精准地检测出学生的薄弱能力点,从而有助于教师改进教学^[27],浙江省宁波市从2010年便开始在学业考试中编拟PISA试题,杨一丽从编拟说明、思路分析、命题反思等方面梳理了该市所编数学思想型、操作计算型、综合推理型PISA题^[28]。

(三) 数学教育与教学的策略与路径

国内众多的学者通过对照PISA数学测试来审视我国数学教育与教学中的方方面面,探索数学核心素养的培养策略,反思改进教育实践的措施和方法。姬梁飞基于PISA数学测评框架,从课程设计、教学实践、评价体系、师资培训等四个维度探索数学核心素养的培育路径^[29],高凤萍在研究PISA数学素养测评的理

念、测评技术和命题特点的基础上,提出对中国数学基础教育的建议^[30],马萍与孙萍基于 PISA 数学素养提出对“空间几何体”教学的启示^[31]。

此外,近年来,职业教育也开始关注 PISA 测评,徐瑾劼比较了 PISA2012 上海职校生的素养成绩与 OECD 平均成绩,并分析了相关影响因素,为理性看待职校生学业成绩提供了实证依据^[32]。李惠芝与谢革新通过对中职数学教学和学业水平考试的研究,提出了中职数学教改的建议,探讨了中职数学核心素养的内容以及构建方式^[33-35]。

四、研究结论与建议

(一) 结论

本研究基于 CiteSpace 分别从文献数量、研究方法、作者、研究机构以及研究热点内容等五个方面,对近 20 年来国内 PISA 数学测评研究相关文献进行了统计、梳理和分析,总结了我国当前 PISA 数学测评研究的现状,主要结论包括:

1. 当前我国 PISA 数学测评研究的文献逐年增多,研究热度正逐年上升。虽未显现出较大影响的核心作者,但仍呈现出以北京师范大学为中心,多所高校为主体的研究机构群体。同时,研究还发现,相关研究单位和研究作者个人之间的联系并不紧密,并未形成一个密切交流、通力合作的局面。

2. 我国关于 PISA 数学测评的研究以数学素养、数学测试、数学教育与教学三个方面为研究热点,其中,数学素养是绝大多数研究的焦点,许多研究者在数学素养的基础上开展了数学测试以及与之相联系的数学教育与教学改革研究。

3. 我国 PISA 数学测评研究的发展围绕着数学素养展开,从早期数学素养内涵的界定,到后来关注数学素养在数学测试的体现,及至今天研究融入数学核心素养的评价科学性, PISA 数学测评在一定程度上推动了我国数学教育教学的改革与发展。

(二) 建议

针对上述研究结论,我们对当前我国 PISA 数学测评的进一步深入研究提出以下 4 点建议:

1. 研究队伍要扩大化。当前 CNKI 中仅有不到 150 篇有关 PISA 数学测评研究的文献,在 web of science 中也仅有 52 篇,与国际上主要研究国家相比

还有较大差距。从国际背景上看,我国的 PISA 数学测评研究起步较晚,论文数量近几年才有所增加,每年发文数量仅 20 篇左右,一定程度上反映出我国在这方面的研究还比较薄弱,研究者还不够多。建议相关研究基金(项目)在这方面可作一些引领,以带动更多的研究者加入到 PISA 数学测评区域化乃至国家级、国际化研究中来。

2. 研究主体要合作化。PISA 作为当前国际公认的教育效果评价模式,对各国教育的影响越来越大,其影响已经波及校园内一线教师的教学方式。因此,对 PISA 的研究不应局限在几个研究机构的几个作者之间,其研究者也应当相应地向下渗透,吸引更多的教学实践者参与到 PISA 数学测评的研究中来,逐渐形成以高校等科研机构为核心,辐射一线教学的体系。

3. 研究方法要科学化。当前我国 PISA 数学测评研究的研究方法单一化倾向严重,绝大部分为质性研究,量化研究极少。PISA 拥有非常卓越细致的双位编码评分方式,详细记录了考生的答题思维信息^[36],对 PISA 测试结果数据的分析可以进一步帮助我们厘清教育影响因素,为教育改革提供科学指导建议。因此, PISA 测试结果的量化研究应当成为未来 PISA 数学测评研究中的一项重要工作。

4. 研究视野要国际化。从关键词共现图谱和演化图谱可以看到,国内 PISA 数学测评的研究一直集中在数学素养和测试框架方面。显然,缺少了国际比较研究的介入,一定程度上限制了研究视野。事实上, PISA 测评本身就是一项国际学生评估项目,不同国家在 PISA 测评这个平台上展示自己的教育成果,借用 PISA 这把国际公认的“尺子”衡量本国的教育成效,同时与别国进行比较,取长补短。因此,在正确理解了 PISA 本身的测试理念与框架的基础上,未来 PISA 数学测评的研究应当将更多的精力聚焦于国际比较,时时审视本国的教育,为提出科学的教育决策提供依据。

综上, PISA 数学测评研究在未来几年的发展中有着非常巨大的潜力和研究价值。需要说明的是,自从 2000 年 PISA 第一次测试以来,中国台湾、香港、澳门地区参加了每一次测试,三地科研机构对 PISA 的研究更加深入。不过,本研究仅仅将样本范围限定为中国知网上,并未收入这三个地区的文献。在后续研究中,

我们还将进一步加强对相关研究热点的全面分析。

参考文献:

[1] 张林, 张红. 聚焦 PISA: 国内外相关研究的进展与趋势: 基于期刊文献的可视化分析 [J]. 北京教育学院学报 (自然科学版), 2016, 11(04): 47-54.

[2][9] 黄惠娟, 王晔. PISA: 数学素养的界定与测评 [J]. 上海教育科研, 2003(12): 59-61.

[3][21] 沈阳, 喻平. PISA2012 与我国数学中考题的比较与思考: 以南京市试题为例 [J]. 数学通报, 2017(01): 6-8+37.

[4] 李清, 孔凡哲, 史宁中. PISA2003 及其对数学中考、高考命题的启示 [J]. 中学数学教学参考, 2005(04): 35-36.

[5][36] 林子植, 胡典顺. 初中数学建模教学研究: PISA 视域下 [J]. 教育研究与评论 (中学教育教学), 2019(10): 5-10.

[6] 李星云. 论小学数学核心素养的构建: 基于 PISA2012 的视角 [J]. 课程·教材·教法, 2016(05): 72-78.

[7][24] 刘晓玫, 陈娟. PISA 与 TIMSS 中有关数学评价的比较分析 [J]. 外国教育研究, 2007(02): 77-80.

[8][29] 姬梁飞. PISA 视野下的数学核心素养培育路径探究 [J]. 教学与管理, 2019(24): 98-100.

[10] 谢利民, 卢宏. 为明天的世界而学习: PISA 视野下数学素养测试特点分析 [J]. 外国中小学教育, 2008(05): 12-16.

[11] 刘星辰, 原露, 陈启山. 数学焦虑与数学自我效能感对数学素养的影响: 来自 PISA 的结果 [J]. 考试研究, 2016(02): 89-93.

[12] 王鼎. 学习机会对国内大规模数学测试结果的影响研究: 基于 PISA 数学测试的视角 [J]. 教育测量与评价, 2017(04): 48-54.

[13] 滕媛, 程凤春. 父母数学价值观对青少年数学学习影响的跨文化研究: 以韩国、德国和中国香港 PISA2012 数据为例 [J]. 教育研究, 2017(05): 113-122.

[14] 张娜, 沈学珺. 教育资源对东亚学生 PISA 数学素养表现之影响 [J]. 中小学管理, 2017(04): 29-32.

[15] 黄正正, 郭亚歌. 学校因素对学生数学素养成绩影响的跨文化比较: 基于 PISA2012 多水平分析的结果 [J]. 中国考试, 2014(10): 47-55.

[16] 周明旭, 曹一鸣. PISA 数学素养测评主要结构 [J].

中国教师, 2016(01): 54-56.

[17] 曹一鸣, 朱忠明. 变与不变: PISA2000—2021 数学测评框架的沿革 [J]. 数学教育学报, 2019, 28(04): 1-5.

[18] 高凤萍. PISA 数学素养测试试题特点分析与启示 [J]. 教学与管理, 2015(33): 122-124.

[19] 周达, 杜宵丰, 刘浩, 刘坚. 基于核心素养的数学考试评价研究: PISA 典型题目分析 [J]. 教育科学研究, 2018(09): 44-48.

[20] 黄华. 从 PISA 数学素养测试对国内数学教学的启示: PISA 数学素养测试与上海市初中毕业统一学业考试数学测试之比较 [J]. 上海教育科研, 2010(05): 8-11.

[22] 陈吉, 严文蕃, 徐炜蓉. 上海市中考数学与 PISA 数学素养评估内容的比较分析: 基于 SEC 的方法 [J]. 外国中小学教育, 2013(10): 6-11.

[23] 王鼎, 李宝敏. TIMSS 和 PISA 数学测评分析框架比较分析 [J]. 全球教育展望, 2017(06): 20-34.

[25] 余春妹, 陆吉建. PISA、TIMSS 和 NAEP 数学测试框架及题目比较 [J]. 中学数学教学参考, 2016(11): 63-65.

[26] 苏洪雨. PISA: 数学素养测试题的设计和研发过程 [J]. 教学与管理, 2008(13): 49-51.

[27] 刘达, 徐炜蓉, 陈吉. 基于 PISA2012 数学素养测评框架的试题设计一例 [J]. 外国中小学教育, 2014(01): 15-21.

[28] 杨一丽. 借鉴 PISA 经验的学业考试命题及其分析 [J]. 数学通报, 2016(06): 9-11.

[30] 高凤萍. PISA 数学素养测试对中国基础数学教育的启示 [J]. 数学教育学报, 2015(05): 63-66.

[31] 马萍, 孙萍. PISA 评价对“空间几何体”部分教学的启示 [J]. 数学通报, 2008(08): 13-16+18.

[32] 徐瑾劼. PISA 视域下上海职校生素养研究: 基于 PISA2012 职校生数学成绩及相关发现 [J]. 比较教育研究, 2015(06): 30-35.

[33] 谢革新, 李惠芝. 中职学生数学素养测评及教改建议: 基于 PISA 理念 [J]. 职教通讯, 2017(30): 46-50.

[34] 李惠芝, 谢革新. PISA 理念下改进中职数学教学和学业水平考试的研究 [J]. 职教通讯, 2018(18): 28-34.

[35] 李惠芝, 谢革新. 论中职数学核心素养的构建: 基于 PISA2012 的视角 [J]. 当代教育实践与教学研究, 2019(21): 68-69.

(责任编辑: 黄星)