

义务教育数学学科核心素养研究现状及趋势研究

——基于CiteSpace的可视化分析

王蒙

宝鸡文理学院, 陕西 宝鸡

收稿日期: 2023年11月18日; 录用日期: 2023年12月15日; 发布日期: 2023年12月22日

摘要

基于CiteSpace对2011~2022年有关义务教育数学学科核心素养的492篇期刊论文进行可视化分析, 得到以下结论: 一是492篇期刊论文的年发文量分析表明, 我国义务教育数学学科核心素养的发展阶段为萌芽阶段、起步阶段、发展阶段和成熟阶段; 二是对发文机构的分析表明, 科研机构之间缺乏合作, 存在“各自为政”的情况; 三是关键词聚类分析表明, 现阶段的相关研究主要围绕0#小学数学、#1数学素养、#2教学设计、#3初中数学、#4数学知识、#5数学抽象、#6义务教育、#7单元作业、#8运算能力、#9课程目标、#10中学数学、#11回顾展开; 四是关键词突现分析表明, 2011~2022年我国义务教育数学学科核心素养的研究经历了数学教学的基本理念和价值观的探索期; 探讨数学教学、考试评价体系的改革的发展期; 促进学生各方面发展为核心的创新期三个时期。未来的研究方向要专注于坚持教育行政部门和高校理论引领, 中小学贯彻实践的模式; 强化与其他学科的结合; 充分运用现代信息技术。

关键词

数学核心素养, 义务教育, 数据可视化, CiteSpace

Current Situation and Trend of Research on Core Literacy of Mathematics Subject in Compulsory Education

—Visual Analysis Based on CiteSpace

Meng Wang

Baoji University of Arts and Sciences, Baoji Shaanxi

Abstract

There are 492 journal papers on core literacy of mathematics subject in compulsory education from 2011 to 2022 were visualized and analyzed utilizing CiteSpace, and the following conclusions were summarized: Firstly, the annual publication volume analysis of 492 journal papers exhibits that the development stages of the core literacy of mathematics subject in China's compulsory education are embryonic stage, initial stage, development stage and mature stage; Secondly, the analysis of the issuing institutions shows that there is a lack of cooperation between scientific research institutions, and there is a situation of "independent governance"; Thirdly, the keyword cluster analysis shows that the relevant research at this stage mainly focuses on 0# primary school mathematics, #1 mathematical literacy, #2 instructional design, #3 junior high school mathematics, #4 mathematical knowledge, #5 mathematical abstraction, #6 compulsory education, #7 unit homework, #8 arithmetic ability, #9 curriculum objectives, #10 middle school mathematics, #11 review; Fourthly, keyword emergence analysis also shows that the research on the core literacy of mathematics subject in China's compulsory education from 2011 to 2022 has experienced a period of exploration of the basic concepts and values of mathematics teaching; The development period of the reform of mathematics teaching and examination evaluation system is discussed. Promote all aspects of student development as the core of the innovation period in three periods. The future research direction should pay attention on adhering to the theoretical guidance of education.

Keywords

Mathematics Core Literacy, Compulsory Education, Data Visualization, CiteSpace

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2014年提出《中国学生发展核心素养》，这一文件的提出在我国教育发展的长河中起着引领作用。教育部于2022年4月颁布了《义务教育数学课程标准(2022年版)》(以下简称《课标(2022年版)》)，明确提出“三会”的义务教育数学核心素养[1]，形成以学科核心素养为基本出发点的课程目标，我国数学核心素养的理论研究从数学核心词向数学核心素养发展[2]。数学核心素养是一种综合素养，是学生在数学学习过程中所表现出来的，是学生在义务教育阶段必须具备的适应终身发展和社会发展的必备品格和关键能力，是培养人才的重要基础。为了了解义务教育阶段数学学科核心素养研究的基本现状，归纳出其发展历程，定位研究热点，并为今后的研究方向提供参考，利用CiteSpace 6.1.R2从年发文量、发文机构和关键词角度，对2011~2022年义务教育数学学科核心素养相关论文进行可视化分析。

2. 数据来源及研究方法

2.1. 数据来源

进入中国知网高级检索界面，以“核心素养”“义务教育”“数学”为主题词，时间区间限定为2011~2022年，文献类别选择期刊，共检索到文献803篇，剔除会议、资讯等无关文件，最终得到492篇符合要求

的文献，以 ReFworks 文件格式导出相关关键词等信息，被认为是研究内容的数据库数据。

2.2. 研究方法

研究借助 CiteSpace 6.1.R2 对 492 篇文献进行可视化分析。CiteSpace 在文献计量可视化分析领域受到学者专家的认可，通过该方法能够分析某一领域的现状及发展趋势，并且其最大的优势在于可以通过丰富清晰的图谱为作者的研究提供便利。

3. 研究现状

3.1. 发文量统计

对 2011~2022 年义务教育数学核心素养每年的发文数量进行统计，得出发文数量的变化趋势，能清晰的观察到义务教育数学核心素养近些年的发展情况和未来的趋势，如图 1 所示，2011~2022 年，发文量一直处于递增趋势，2022 年发文量突然增加，这一现象表明数学学科核心素养的研究历程经历了萌芽阶段、起步阶段、发展阶段、成熟阶段。

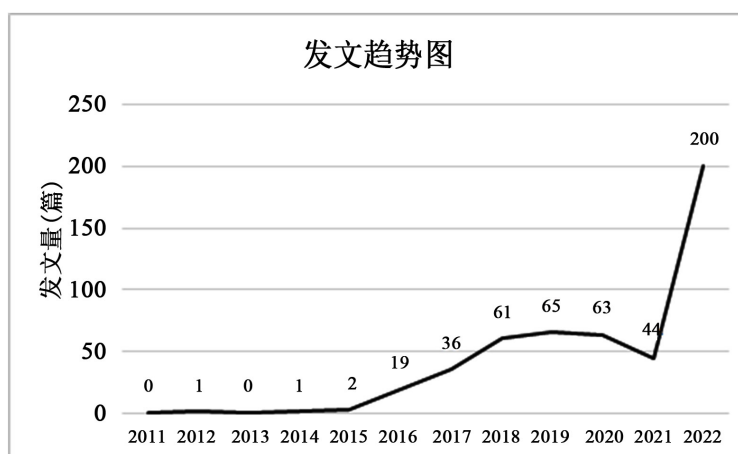


Figure 1. Publication trend chart of core literacy of mathematics in compulsory education
图 1. 义务教育数学核心素养发文趋势图

萌芽阶段：2011~2015 年。2011 年和 2013 年没有有关数学核心素养的文献，2012~2014 年文献数量非常少，主要的原因是这一阶段我国缺乏相关理论的指导和支撑。

起步阶段：2015~2016 年。由于 2014 年提出了关于立德树人的要求，教育部印发《关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》，提出“教育部将组织研究提出各学段学生发展核心素养体系，明确学生应具备的适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力”[3]，但是由于实践不足，数学核心素养的概念也是初步形成，相关研究偏少。

发展阶段：2017~2021 年。这是义务教育数学核心素养研究的蓬勃发展阶段，学者专家们从不同的角度研究了义务教育数学核心素养的问题，从理论上和实践上都推动其发展。2020~2021 年有关数学核心素养的研究进度变得缓慢，学者们已经开始重新定位它们，并重新审视核心素养的发展，研究越来越成熟。

成熟阶段：2021~2022 年。《课标(2022 年版)》，其中明确提出了“三会”的义务教育数学核心素养，并提出在小学和初中核心素养的主要表现[1]。在这一背景的影响下，有关义务教育数学核心素养的文章数量再次突增，相关研究也更加成熟。

3.2. 发文机构

对发表论文的相关机构进行具体分析，能够重点关注该领域参加研究的相关机构的现状以及如何相互交流、如何合作，这对于系统认识某一研究领域的研究现状不可或缺。设置统计类别为相关机构，时间切片跨度设置为 2011~2022，每个工作单位时间可设置为 1 年，链接剔除选择“path-finder”，并将数据分析结果后生成相关机构的共现图(图 2)。图中共有 186 个节点、84 个连接，网络密度为 0.0049。由此可知，开展数学学科核心素养研究的机构和单位交流与合作不够密切，合作网络的覆盖率较低。



Figure 2. Co-occurrence map of issuing institutions
图 2. 发文机构共现图谱

根据生成的数据，将同一机构发文量进行合并，例如东北师范大学教育学部、东北师范大学教师教育学院、东北师范大学、东北师范大学化学学院、东北师范大学物理学院等合并为东北师范大学，绘制了发文量排名前 10 的机构(表 1)。从发文数量来看，东北师范大学以 27 篇的发文量领先于其他机构，华东师范大学和北京师范大学以 21 篇的发文量位居第二名，紧随其后的是中南民族大学，发文量 19 篇，接下来是南京师范大学、人民教育出版社发文量分别是 13 和 11 篇，以及义务教育数学课程标准修订组、中央民族大学、苏州大学实验学校、天津师范大学教育学部的发文量分别是 7 篇、7 篇、6 篇、5 篇。从发文机构层面来看，大部分都是高等院校，这说明大学在很大程度上承担着数学教育教学研究的任务。同时，苏州大学实验学校发表文章的数量排在前十，可见这所中学走在教育的前沿探索着教育改革。但是其他的中小学发表的文章比较少，说明中小学对于教育教学改革的参与比较少。

Table 1. The top 10 institutions in terms of publication volume
表 1. 发文量排名前 10 的机构

序号	发文机构	首发时间	发文量/篇
1	东北师范大学	2015	27
2	华东师范大学	2017	21
3	北京师范大学	2016	21
4	中南民族大学	2018	19
5	南京师范大学	2016	13
6	人民教育出版社	2016	11

Continued

7	义务教育数学课程标准修订组	2022	7
8	中央民族大学	2019	7
9	苏州大学实验学校	2016	6
10	天津师范大学教育学部	2022	5

4. 研究热点及发展趋势

4.1. 研究热点

运行 Citespace 6.1.R2 程序工具软件, 导入 ReFworks 格式的文献信息, 在新建逻辑操作文件目录系统菜单中选择 2011~2022 时间跨度, 时间分区选择 1 年, 节点类型选择关键词, 并将阈值设置为 20, 生成图谱如图 4 所示。相关关键词的共现分析能够揭示该空间领域的搜索内容热点。中心度较高的相关关键词和相关词汇所反映的主题是该研究的热点。由图 3 可见, 相关关键词出现频率越高, 它所呈现的节点也就越大, 在图中显示的中文字体越大; 中心性越高, 节点的颜色越深, 图中呈现的图形成面积就越大。鉴于主观原因, 图谱中的网络链接可能会丢失, 如果想要避免这样的情况发生, 就无需对这些关键词进行整理。从图 4 可见, 核心素养、小学数学、义务教育、初中数学、数学素养、教学设计、课程标准、数学抽象是词频和中心度较高的词汇, 也就是研究的热点所在。

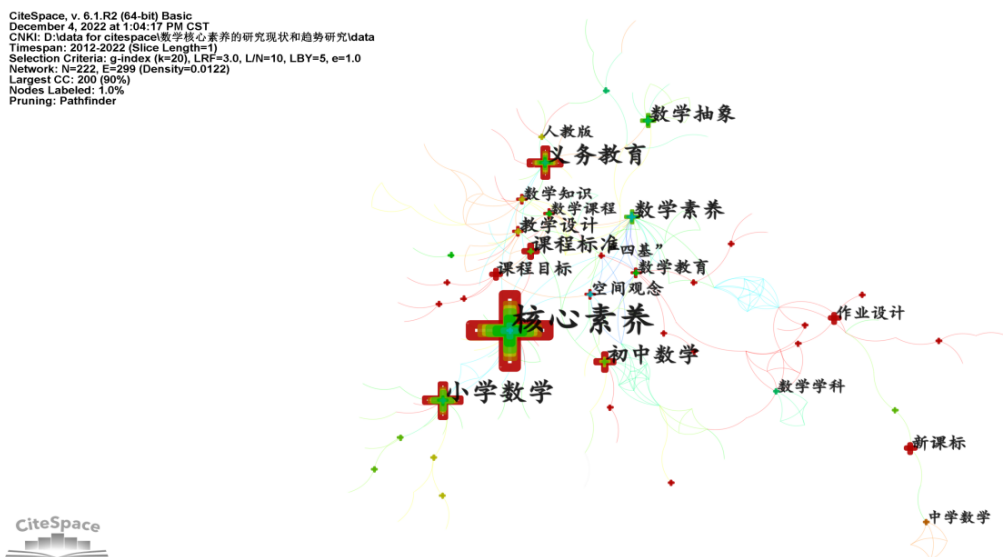


Figure 3. Keyword knowledge graph

图 3. 关键词知识图谱

为了进一步探索与义务教育数学学科核心素养相关的内容, 研究采用 LLR 算法进行聚类, 得到聚类关键词的知识图谱。其中, 网络模块度值 $Q = 0.8085$, $S = 0.9581$ 。这表明 492 篇文献的聚类效果好, 信度高。关键词聚类知识图谱(图 4)中, 共有 11 个聚类标签, 如下图所示。尽管聚类分析可能反应了研究的热点, 但还要结合文献内容进行具体的分析。本研究在关键词聚类分析的基础上, 结合相关文献, 总结了当前义务教育数学学科核心素养领域的主要研究内容, 包括下面三个方面。

一是基于核心素养开展数学教学设计。如在学习勾股定理时, 吴增生提出可以通过两项“剪拼”任务引导学生“再发现”赵爽“割补证法”去证明勾股定理, 进而发展学生发现问题、提出问题、分析问题、解决问题的能力[4]。

二是基于《课标(2022 年版)》落实学生核心素养的培养。朱长青认为, 要让数学核心素养真正在课堂上扎根, 前提是要对数学核心素养的基本含义有所理解, 并明确提高数学核心素养的途径是保障, 关键还要学习实用的落实数学核心素养的策略[5]。

三是探究促进学生数学素养的培养策略。马云鹏提出培养学术核心素养的课堂教学策略包括一是以学科核心内容为载体, 二是引发学生认知冲突, 三是组织深度探究活动[6]。

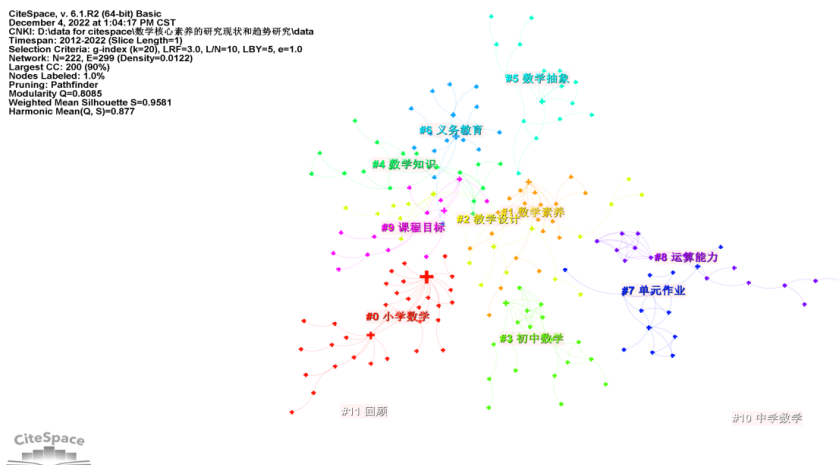


Figure 4. Keyword clustering diagram
图 4. 关键词聚类图

4.2. 研究趋势

利用 CiteSpace 中 TimezoneView 的功能, 绘制得到如图 5 所示的义务教育数学学科核心素养关键词时区图谱。图谱直观地描绘了研究热点随时间的发展不断演变, 有助于理清义务教育数学学科核心素养的发展脉络。从具体研究选题出现频率来看, 2014 年的研究热点较为集中, 出现频率高于 170 的核心素养热点数量为近 10 年之首, 涌现了较多的相对宏观、把握整体方向性的研究主题, 如小学数学、义务教育、教学设计等。从图中 2014 年研究热点数学素养与 2018、2019 年的联系可看出 2014 年的研究促进了后续的研究, 2015 年的研究方向为接下来几年的选题方向和范围奠定了基础。

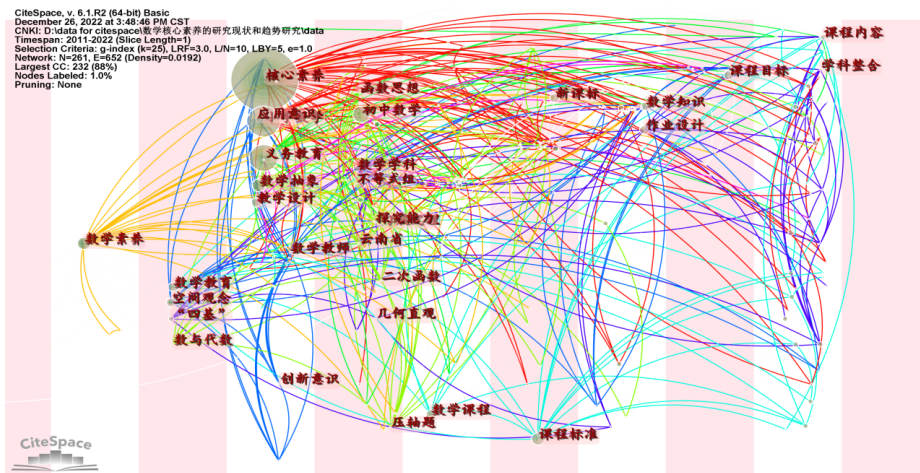


Figure 5. Keyword time zone map
图 5. 关键词时区图谱

从大的聚类研究方向来看,近些年的选题范围呈现多样性发展,每年都会有新的主题出现。但更进一步观察可发现,不论聚类主题如何转变,始终围绕数学素养、核心素养延伸。如2014年出现的核心素养与2020年的量感、主题学习密不可分。

同时探究突发性关键词探测,即在短时间内变量值突然增加并成为学术界关注的热点。为了寻找特定时间段内数学核心素养的关注角度,分析了关键词的出现情况,前25名的突现词是教育价值、数学素养、空间观念、数与代数、数学抽象、培养学生、培养、数学学科、四基、一次函数、运算能力、数学教学、数学、数感、价值、数据分析、数学知识、数学课堂、课程改革、发展、课程目标、中学数学、长方形、能力提升、新课改。其中教育价值、数学素养、空间观念、数与代数、价值、数据分析是研究时间最长的、强度最大的,这对数学教育的发展起着非常重要的引导作用。

由此可知,我国义务教育阶段数学素养研究的核心内容的演变和发展进程主要分为三个时期。

第一阶段是探索时期,重点是探索数学教学的基本理念和价值观(2012~2017年)。在这一阶段教育价值、数学素养及数学抽象成为数学教学领域的热门词汇,2014年,教育主管部门出台《关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》,提出建立“学生发展核心素养体系”是助力教育、教学及课程改革长远发展的关键环节。出乎意料的是,因其缺乏统一的数学核心素养的概念界定,数学教育教学素养的研究尚未逐步形成体系。

第二阶段是发展时期,开始探讨数学教学、考试评价体系的改革(2018~2019年)。在该阶段,对运算能力、数感、数据分析等方面进行了深入探索,研究人员以核心素养为中心,深入挖掘数学教学内部的各个方面[7]。

第三阶段是创新时期,以促进学生各方面发展为核心进行更深层次的探索(2020~2022年)。研究者们开始从真实情境入手,教学研究的目标在于力求推动学生各方面能力发展,让学生的主体地位得到充分彰显[8]。

综上所述,数学核心素养的研究获得了显著的结果。但在之后还要持续关注以下方面。

首先,我们应该坚持教育部门和高校的理论引领,让中小学贯彻实践的模式。目前数学学科核心素养的研究重心在高等院校,缺乏理论和实践之间的沟通,整体上过于分散。因此,应确保高校和中小学能够有交流合作的条件,统一理论研究与实践落实[9]。

其次,要加强与其他学科的结合。一是要注意自下而上的归纳和概括研究。优秀的一线教师要结合自身的教学经验,在教学方法上要不断创新,在课堂上能够利用教学手段、教师人格魅力等方法激发学习兴趣,以此培养学生的数学素养;二是数学教育研究者需要注重理论创新,将理论与具体教学方法相结合,为新锐教师提供指导。总之,要注重教学方法的创新,以真实的情境来营造自然的数学课堂,激发学生学习兴趣,将核心素养渗透在课堂的方方面面。

最后,要充分利用现代信息技术。在经过多轮教育改革的今天,“智慧课堂”、“翻转课堂”等广泛应用于数学教学,也越来越重视核心素养的培养。在评估基础数学素养的机制中,应注意学科和评估过程的多样性[10]。因此,迫切需要应用信息技术来评估数学核心素养[11],利用大数据实现数学核心素养的实时评估,这将是评估的新突破。数据驱动的评估仍处于起步阶段,众多科学工作者还得更多地关注搭建基本的数学素养专业评估系统,搜集大规模数据并将其实现可视化,并使用人工智能和大数据处理分析。只有这样,才能够及时反馈给学生,满足学生的差异化需求,并为教师提供自我反思学习的机会,以便提升整体教学,有助于数学核心素养的考核。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.

- [2] 刘祖希. 我国数学核心素养研究进展——从数学素养到数学核心词再到数学核心素养[J]. 中小学教材教学, 2016(7): 35-40.
- [3] 教育部. 教育部关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/jcj_kcjcgh/201404/t20140408_167226.html, 2014-04-08.
- [4] 吴增生, 郑艳红, 李宏彦, 陈娅芬. 勾股定理教学实验研究——让学生真正经历勾股定理的“再发现”过程[J]. 数学教育学报, 2017, 26(1): 50-54.
- [5] 朱长青. 追求素养导向的数学课堂——兼评《长方体的认识》和《画图真好》两节课[J]. 教育科学论坛, 2020(4): 17-20.
- [6] 马云鹏. 如何在课堂教学中培养学生核心素养——以小学数学课堂教学为例[J]. 中国德育, 2018(8): 45-50.
- [7] 郭衍, 曹一鸣. 综合与实践: 从主题活动到项目学习[J]. 数学教育报, 2022, 31(5): 9-13.
- [8] 唐彩斌, 王罗那, 徐斌艳. 义务教育数学课程标准修订的新视角: 指向小学图形与几何领域的素养及其达成[J]. 课程·教材·教法, 2022, 42(8): 33-38.
- [9] 朱立明. 中国学生数学学科核心素养研究述评[J]. 数学教育学报, 2020, 29(2): 84-88.
- [10] 罗云, 夏小刚. 国内关于数学核心素养问题的研究综述[J]. 数学学习与研究, 2019(5): 85-86.
- [11] 杨正朝, 熊星月, 唐四雨. 基于 CiteSpace 可视化分析下的数学核心素养研究现状及启示[J]. 中学数学杂志, 2022(5): 1-5.