



【课堂评论】

促进学生数学核心素养与关键能力发展的教学研究

曹一鸣¹, 刘 坚²

(1. 北京师范大学 数学科学学院, 北京 100875;

2. 中国基础教育质量监测协同创新中心, 北京 100875)

【摘要】 学生数学核心素养与学生关键能力的培养, 不只是一种理念或“口号”, 而是高中课程改革的行动纲领, 需落实到教学实践中去, 落实的关键在于以合理的教学诊断为依据, 开展精准的教学改进。本研究在相关研究基础上, 具体分析了能力前测、同一课题两轮改进、能力后测、学生访谈、教师反思评价等课堂教学改进实施路径, 关注在实施过程中需注意的明确改进目标、团队力量的发挥、及时反馈与改进等问题, 并聚焦于课堂教学改进的基本策略: 同课异构、数学关键能力的关键教学行为观察改进、持续跟踪记录改进成果的课堂教学改进等。本研究试图为“将学生数学核心素养与学生关键能力的培养从理论落实到教学实践”提供一种有效路径。

【关键词】 数学核心素养; 数学关键能力; 教学改进; 教学诊断

正在修订的高中课程标准明确要求, 各学科要以核心素养为纲, 进行课程、教学、评价改革, 并在教学设计和实施, 学生学习和过程性学业评价, 学业考试和高考命题中发挥作用。这意味着学科核心素养不只是作为一种理念, 或者是作为“口号”被提出来, 而是要作为高中课程改革的行动纲领, 落实到教学实践中去。如何将数学核心素养的培养落实到数学教学和评价中去, 必将成为数学教学研究与实践领域所面临的挑战。

其实, 数学素养并不是一个全新的概念。2001年发布的《全日制普通高级中学数学教学大纲(试验修订版)》提出, 学生在高中阶段继续受到数学教育, 提高数学素养, 对于提高全民族素质, 培养社会主义现代化建设所需要的人才十分必要。《义务

教育数学课程标准(2011年版)》明确提出, 学生只有知识技能是不够的, 必须同时发展数学素养的其他方面。数学的基本思想和基本活动经验正是学生数学素养的重要组成部分。在国际上, 通常以能力为基础来探讨、研究素养问题。国际学生评价项目(PISA)所研究的数学素养领域关注学生面对未来挑战的数学能力。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》提出的四大战略主题之一即为“坚持能力为重”, 提高学生的“学习能力、实践能力、创新能力”^[1]。Robert Sternberg也提出人类智力的三元论(triarchic theory of human intelligence), 认为智力有三个相互关联的方面——分析能力(analytical ability)、创造能力(creative ability)、实践能力(practical ability)^[2]。

【基金项目】 国家高技术研究发展计划(863计划)“面向基础教育的知识能力智能测评与类人答题验证系统”(2015AA015409)

【作者简介】 曹一鸣, 北京师范大学数学科学学院教授, 博士生导师, 全国数学教育研究会理事长; 刘坚, 中国基础教育质量监测协同创新中心教授、副主任, 博士生导师, 九三学社中央教育文化委员会副主任。

本研究基于“学习—应用—创新”的学科能力概念和构成要素，依托“中小学学科能力表现研究”项目提出的学科能力表现测评的基本框架：学科内容维度和心智水平维度，在相关研究的基础上，构建基于“学习—应用—创新”的数学学科能力表现指标体系，使学科能力可调控、可干预、可观测、可评价。我们在前期对学生数学学科能力表现研究的基础上^{[3][4]}，将学生数学核心素养和关键能力的发展作为提升学生核心素养的抓手，通过对核心素养与数学学科能力的测试诊断，针对学生数学关键能力发展的薄弱之处，以数学课堂关键教学事件和关键教学行为的改进为突破口，以某一主题与教学案例为载体，进行课堂教学改进行动研究。

我们计划通过一系列针对性案例分析与研究，来展示、交流与分享我们的研究成果。

一、数学核心素养与关键能力培养需要落实到课堂教学中

30多年前，很多学者提出课程改革的关键是教学观念的转变，认为理念决定行动。30年过去了，这种现状已经发生了根本性的变化。我们经常看到、听到专家与一线教师讲出最先进的教育理念，教学实践领域对“专家”与“理念”的追寻、崇拜，转向了反思、质疑，有的甚至对理念的学习产生了厌恶情绪，将一些理想化“说教”的专家戏称为“砖家”。

教学理念能否转化为促进学生终身发展的动力，首先需要树立正确的、切合实际的理念，同时更需要使这些理念最终能够引领并落实到教学实践中去。教学实践的改革涉及多个方面，只有真正落实到课堂教学中，特别是优化课堂教学结构，精心设计关键教学事件，才能实现学生数学关键能力提升的目的。

二、以教学诊断为依据，开展关键教学行为的精准改进

数学学科能力在数学学科发展过程中经过长期积淀而形成，蕴含于数学学科内质中，脱离不了具体的数学知识和数学活动，存在于数学活动之中，并在数学活动中加以展示、形成和发展。数学活动

的进步并非单独依靠一种能力，而是依靠多种能力的复合^[5]。数学学科活动主要包括：数学计算、数学证明、数学建模，对应着数学意义上的运算能力、推理能力、问题解决能力。

关键事件通常有两种类型，第一种类型是承载着学生数学学科核心素养和关键能力培养的重要教学活动；第二种类型表现为教师教学目标的达成、学生知识与技能的形成等重要教学行为。教师针对学生的学习行为表现及在测试与评价中反映出的问题，深入分析、研究课堂教学中的关键教学事件，抓住教学中的关键事件与行为进行教学改进研究与教学反思，同时，运用具有针对性的、聚焦数学关键能力的教学改进量表，通过量化与质性分析的方法评估教学中教师与学生的变化，评估教与学的过程，能更精准地提升教学效能^{[6][7]}。

三、基于数学关键能力的教学改进实施路径

学生数学关键能力的教学改进，首先应从调查学生数学关键能力发展现状入手，诊断学生数学关键能力和教师在培养数学关键能力的教学方面存在的问题，进而改进教师的课堂教学，评估学生数学关键能力的发展。在确立了课堂教学改进目标之后，要制订一个完整的实施路径，明确每一步的目的、意义和时间安排，做好沟通协调，这样有利于课堂教学改进的有序展开。教学改进的具体实施路径见图1。

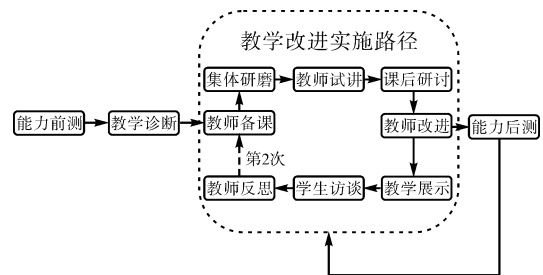


图1 课堂教学改进的实施路径

1. 具体的实施路径

(1) 能力前测和教学诊断为教学改进提供依据

为了更好地诊断学生在数学关键能力发展中存在的问题，研究者对参与课堂教学改进研究的学校



及班级进行能力前测，定位学生数学关键能力改进点。由大学教授、区域教研员和一线教师组成的教学改进研究团队，深入课堂对授课教师的教学进行诊断。根据学生数学关键能力的发展状况和对教师的诊断，选择教学改进的相关课题。

(2) 同一课题两轮改进，提升教学改进效果

研究团队和授课教师对教学设计进行研磨、分析，研究的方向聚焦在促进学生数学关键能力发展的教学策略上，同时，为一线教师的教学改进提供具体的、有针对性的指导。在教师试讲阶段，研究者主要观察两个方面。一是教师的“教”。教师在问题引导与活动组织中，对学生思维的关注、对学生的评价等关键教学行为是如何处理的，是否有利于促进学生数学关键能力的发展。二是学生的“学”。在教师的引导下，学生的学习行为有哪些变化，存在什么不足，需要如何改进。教师在试讲后，围绕促进学生数学关键能力发展的关键教学事件和行为进行分析、研磨和再设计，以提升教学的针对性和有效性。参与改进的授课教师在研讨之后将研究团队提出的教学改进策略进行内化，改进教学设计，并再次实施教学，研究团队对教师改进的教学设计与实施状况再次进行研究分析。前后两次研磨能够帮助授课教师看到，自身的教学设计与实施过程在对数学关键能力的培养方面，存在的不足及改进方向，从而使教师基于学生学科能力发展的教学改进策略能够有效地实施。

(3) 通过后测、学生访谈、教师反思评价改进教学效果

为了检测教学改进效果，研究者对学生进行数学关键能力后测，对参与改进研究的学生和教师进行访谈，并结合后测数据对改进教学效果进行评价。

综合以上教学改进的实施路径，可以归纳为“前测定位—教学诊断—活动设计—关键事件—访谈反思—后测评估”六部曲。

2. 实施过程中需注意的问题

(1) 明确改进的目标

这种课堂教学改进方式是一种基于专家支持与同伴合作的校本教研模式，以促进学生数学学科核

心能力发展为课堂教学设计与实践的基本理念，以科学的教育理论和方法为指导，以数学关键能力发展的薄弱点为改进点，以专家支持的研究性集体备课和教学“临床会诊”为方法，旨在实现教师教育理念向教学行为的有效转化，促进学生数学学科核心能力的发展。

(2) 发挥团队的力量

在教学改进的实施过程中，参与教学改进团队中的每一位老师都有各自的任务分工，大家在整个教学改进的过程中，发挥各自所长，整合集体智慧，使课堂教学改进的过程成为一个了解和理解一线数学教师，与一线数学教师共同发现问题和解决问题的过程，成为一个与一线数学教师共同学习、反思、研究及成长的过程。

(3) 及时反馈与改进

问题的发现和情况的归因，最终需要教师在教学设计和教学行为上做出反馈和调整。在教师备课、集体研磨、教师试讲、教学展示之后，教学改进团队的成员要及时反馈发现的问题，提出改进的建议。数学课堂教学上的观察、分析和评论最终都是为了发展学生的数学核心能力，而这需要教师不断地调整教学的设计与实施方式。

四、基于数学关键能力的课堂教学改进基本策略

基于数学关键能力评价的课堂教学改进过程，教学改进团队以数学课堂为主要阵地，集思广益，通过转变教研方式，不断完善课堂教学实践，促进教师教学方式和学生学习方式的转变，提高学生的数学关键能力水平，形成了一些具体的改进策略。

1. 聚焦数学关键能力的同课异构

在备课阶段，授课教师首先要深入理解教学改进目标及数学学科核心能力的内涵；接着，教师深入研读教材、理解教材、把握教材，在深入分析研究学生学情的基础上，根据学生情况进行独立的教学设计。之后，教学改进团队针对两位老师的备课情况进行合作研讨，精细打磨教学设计，针对教学目标的设定、教学活动的设计、教学提问的预设等多方面进行指导改进。这个过程凸显了教师对教学



中关键事件和关键教学行为的把握,通过“磨课”活动,促进教师思考如何在课堂中培养学生数学关键能力。这一过程中,授课教师获得了数学教学知识 (mathematical knowledge for teaching, 简记成 MKT), 提升了数学教师的专业化发展能力^[8]。与一般的课相比,本研究中同课异构的教学内容和教学改进点都相同,因此更具有可比性。

2. 聚焦数学关键能力的关键教学行为观察改进策略

数学学科能力测试具有“基于课程标准、选取核心知识、重视能力指向、命题过程严格、评价呈现结果丰富”五个一般的测试所不具有的特点,能够诊断学生在数学学科能力发展中存在的问题,为教师在教学设计、教学实施及教学反思与评价中提供改进的方向与依据。同时,数学学科能力测试的结果也为专家指导教师教学提供了有效的参考。

听评课离不开有效的课堂观察,离不开评课者对课堂运行状况的记录、分析和研究。在课堂观察中,评课者不应只关注教师的课堂关键教学行为,更应关注学生的课堂表现。这是因为数学课堂教学改进的目标是提升学生的数学关键能力,教师的教学活动设计是为了学生的“学”,其目的最终要落实到学生身上。

3. 持续跟踪记录改进成果策略

基于数学关键能力的课堂教学改进是一个长期的过程,需要将这种改进意识和方法长期运用于数学课堂教学中。研究者采用跟踪记录改进成果策略,使得教师通过一个完整的数学课堂教学改进周期,将改进过程中每一稿的教案、学案、PPT 等材料按改进顺序保存下来,并将每次改进的原因、课堂教学改进实施中遇到的困惑和收获、授课教师的感受以及学生的变化、改进团队的评价与建议等记录下

来,将一些好的改进方法固化下来,可以用作教师培训时培养教师分析问题、做出决策以及解决问题能力的材料,使得更多教师受益,从而促进数学教师的专业化成长。

教学需要不断地从多方位、多途径进行实践、探索与改进,如何有目的、有针对性地开展教学改进,必然是教学研究需要重点关注的问题。以培养学生数学学科核心素养与关键能力为导向,是当下课程改革关注的焦点,更是促进学生终身发展的根本任务。从对学生数学关键能力前后测诊断出发,找准关键问题,以教学关键事件中教学行为的分析与改进为抓手,通过专题案例研究的方式,促进教师数学专业素养的提升,为教师进行教学改进提供了一种有效路径,也为校本教研或区域教研提供了一种有效的实施方略。

参考文献:

- [1] 胡典顺. 数学素养研究综述 [J]. 课程·教材·教法, 2010 (12): 50-54.
- [2] STERNBERG R J, STERNBERG K. Cognitive psychology [M]. Cambridge: Wadsworth Publishing, 2011.
- [3] 曹一鸣, 刘晓婷, 郭衍. 数学学科能力及其表现研究 [J]. 教育学报, 2016 (4): 73-78.
- [4] 郭衍, 曹鹏, 刘金花, 等. 基于课程标准的数学学科能力评价研究 [J]. 数学教育学报, 2015 (2): 17-21.
- [5] 克鲁捷茨基. 中小学数学能力心理学 [M]. 李伯黍, 洪宝林, 译. 上海: 上海教育出版社, 1989.
- [6] 杨玉东, 王凡. 运用关键性教学事件分析支撑中国式数学课例研究 [J]. 数学教育学报, 2015 (3): 40-47.
- [7] 曹一鸣, 于国文. 中学数学课堂教学行为关键性层级研究 [J]. 数学教育学报, 2017 (1): 1-6.
- [8] 邵珍红, 曹一鸣. 数学教学知识测试工具简介及其相关应用 [J]. 数学教育学报, 2014 (2): 44-48.