

中日初中数学教材跨学科内容比较分析

——以函数部分为例

江凯平, 高茹涵, 何春玲

黄冈师范学院数学与统计学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2023年10月16日; 录用日期: 2023年11月15日; 发布日期: 2023年11月23日

摘要

面对社会对复合型人才的需要, 跨学科逐渐成为教育关注的焦点, 教材是教师教学的依据, 通过对中日数学教材的跨学科内容进行比较有助于取长补短。由于当前关于中日数学教材跨学科的研究较少, 因此本文选取中日初中数学教材的函数部分作为研究对象, 从学科来源、呈现方式、分布位置、使用目的四个维度对两版教材进行了分析, 根据研究结果对新教材编写提出四点建议: 提高选材的多样性、提高跨学科内容的知识整合深度、调整跨学科内容的呈现方式、实施跨学科活动, 提高学生素养。

关键词

初中数学, 跨学科内容, 函数, 教材对比

Comparative Analysis of Interdisciplinary Content in Middle School Mathematics Textbooks between China and Japan

—Taking the Function Part as an Example

Kaiping Jiang, Ruhan Gao, Chunling He

School of Mathematics and Statistics, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: Oct. 16th, 2023; accepted: Nov. 15th, 2023; published: Nov. 23rd, 2023

Abstract

Faced with the need for interdisciplinary talents in society, interdisciplinary education has gradually become the focus of attention. Textbooks are the basis for teachers' teaching, and comparing

the interdisciplinary content of Chinese and Japanese mathematics textbooks can help to learn from each other and make up for their shortcomings. Due to the limited interdisciplinary research on Chinese and Japanese mathematics textbooks, this article selects the functional part of Chinese and Japanese junior middle school mathematics textbooks as the research object. It analyzes the two versions of the textbooks from four dimensions: subject source, presentation method, distribution location, and purpose of use. Based on the research results, four suggestions are proposed for the new textbook writing: improving the diversity of material selection, enhancing the depth of knowledge integration of interdisciplinary content, adjusting the presentation of interdisciplinary content, and implementing interdisciplinary activities to improve students' literacy.

Keywords

Junior Middle School Mathematics, Interdisciplinary Content, Functions, Textbook Comparison

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. 问题提出

随着时代的发展,未来社会将会出现越来越多的跨学科、综合性的问题,目前我国中学中广为施行的分科教学已经越来越难以满足现实发展的需要,基础教育课程内容的变革势在必行[1],正是在这种时代背景下,跨学科教学受到了国内外教育界的广泛关注。跨学科是 STEM 教育、综合与实践等的核心特征之一,意味着教育工作不再局限于一门学科或者过于关注学科之间的界限,强调用相互关联的多学科知识综合解决问题,通过跨越学科界限、综合应用知识,实现提高学生解决问题能力的教学目标[2]。

对跨学科教育的重视从国际数学教育大会专题研究组(TSG)的主题设置中也可见端倪。在第 10 届、13 届以及 2021 年上海举办的第 14 届国际数学教育大会的 TSG 主题设置中均出现了“数学教育与跨学科教育”,同时,2014 年国际数学教育心理学和第 36 届北美数学教育心理学联合教育的主题就是重视跨学科与地域的数学教育[3]。由此可见国际数学教育者对跨学科数学教育的极大关注。在我国 2022 年版《义务教育数学课程标准》中同样提出:“逐步养成用数学语言表达与交流的习惯,形成跨学科的应用意识与实践能力;运用数学和其他学科的知识与方法分析问题和解决问题。”[4]

与我国同属亚洲地域的日本近年来在 TIMSS 和 PISA 中取得了世界关注的好成绩,且日本的诺贝尔奖获得人数超过我国,这体现了日本教育有其独特的优势。2017 年日本颁布了新的《初中数学学习指导要领》,以育成儿童面向未来的资质·能力作为学校教育的目标,并将充实跨学科学习作为养成资质·能力的途径之一,2021 年投入使用新版初中教科书中也强调了数学教育的跨学科性[5]。教科书作为课程的主要载体之一,其文本质量和使用实效会直接影响课程的整体水平和质量[6]。他山之石,可以攻玉。本文将通过多维度对中日初中数学教材中的跨学科内容进行对比分析,以期对我国初中数学教科书的编写提供建议。

2. 研究设计

2.1. 研究对象

在教科书的使用上日本与我国同样实行“一纲多本”的政策,本研究选取我国使用最广泛的人民教育出版社 2013 年出版的义务教育数学教材(以下简称人教版)以及日本尤其是其东北地区使用最为广泛的东京书籍株式会社 2021 年发行的《新数学 1~3》(以下简称东京书籍)为研究对象。为了更好地体现跨学

科特点, 本文选取函数板块内容作为研究内容。其中人教版包括第十九章“一次函数”, 第二十二章“二次函数”和第二十六章“反比例函数”, 东京书籍包括新数学 1“比例和反比例”, 新数学 2“一次函数”和新数学 3“函数 $y = ax^2$ (二次函数)”。

2.2. 分析框架

结合[7][8]的研究框架及其编码并参考两版数学教材的特点, 本文从学科来源、表征方式、分布位置和使用目的四个方面构建分析框架, 具体如表 1。

Table 1. Interdisciplinary analysis framework

表 1. 跨学科分析框架

维度	具体指标	说明
学科来源	自然科学类	化学、物理学、天文学等
	工程与技术科学类	材料科学、机械工程等
	农业科学类	农学、林学、水产学等
	医药科学类	基础医学、药学等
呈现方式	人文与社会科学类	文学、艺术学、语言学等
	文字	以语言文字的方式呈现
	图表	以插图、统计图等方式呈现
分布位置	图文并茂	以语言文字与图表相结合的方式呈现
	正文	说明教学内容的文字
	例题	教材中显示例题且有解答的内容
	习题	无解答的内容
	专栏	阅读与思考, 数学活动等
使用目的	其他	引言、旁注等
	引用型	引入数学概念、公式等
	解释型	将其他学科知识用于解释说明
	拓展型	对教材知识进行拓展延伸
	应用型	应用其他学科知识解决数学问题

(1) 学科来源。根据《中华人民共和国学科分类与代码标准》(2009 年版)将学科分为五大类别, 每个类别之下又细分了 62 个一级学科, 在编码过程中对一级学科的数量进行统计, 若所涉及的内容包含多个学科, 则分开统计, 对于同一问题下属的小问呈现的内容主题不同的情形, 则也分开统计。

(2) 呈现方式。教科书的呈现风格是教科书内容特征的重要方面, 是儿童身心发展规律在教科书编写中的具体体现[6]。根据两版教材的编写特点可将呈现方式分为文字、图表、图文并茂三类。

(3) 分布位置。人教版教材涉及的栏目包括引言、问题、正文、例题、习题、阅读与思考等, 东京书籍涉及的栏目包括章引言、思考, 正文、例题、数学之窗、数学的自由研究等, 根据两版教材的编排特点, 本文将分布位置分为正文、例题、习题、专栏、其他五类。

(4) 使用目的。在数学教科书中设置的各个跨学科内容具有不同的意义, 不仅可以促进学生对知识的理解, 也有助于提高学生的学习兴趣和积极性。根据相关文献以及对两版教材跨学科内容的初步分析,

本文将使用目的分为引用型、解释型、拓展型和应用型四个类别。

2.3. 编码示例

人教版《数学(九年级下册)》第26章“反比例函数”中有这样一道练习:

某玻璃器皿制造公司要制造一种容积为1 L ($1\text{ L} = 1\text{ dm}^3$)的圆锥形漏斗。

(1) 漏斗口的面积 S (单位: dm^2) 与漏斗的深(单位: dm) 有怎样的函数关系?

(2) 如果漏斗口的面积为 100 cm^2 , 那么漏斗的深为多少?

在学科来源上, 此道练习中的器皿制造体现了数学与工程技术之间的联系, 统计时在工程与技术科学类进行累加一次; 在呈现方式上, 该练习在教材中附带有图片, 在“图文并茂”统计数值上累加一次; 在练习位于教材的练习部分(无解答), 在分布位置和使用目的上分别在“习题”“应用型”的数量上累加一。

3. 研究结果与分析

统计结果发现中日教材分别出现103处和55处跨学科内容, 存在差异的部分原因是两版数学教材中包含的内容总量存在差异(人教版初中数学共6册, 东京书籍共3册, 人教版数学所涉及的内容广度大于东京书籍)。

3.1. 跨学科内容的学科来源分析

由图1可知, 两版初中数学教材所涉及的跨学科内容均来自自然科学类、人文与社会科学类和工程与技术科学类三大类, 跨学科内容在一级学科中的主要来源为物理学、其次是经济学及计算机科学。数学与物理有着十分密切联系, 数学也是经济学的学习基础, 利用信息技术学习数学已经成为了现代数学学习的必要手段。两版教材在与医药科学与农业科学的跨学科目内容设置较少, 东京书籍没有农业科学类设置相关内容, 跨学科的广度小于人教版教材。

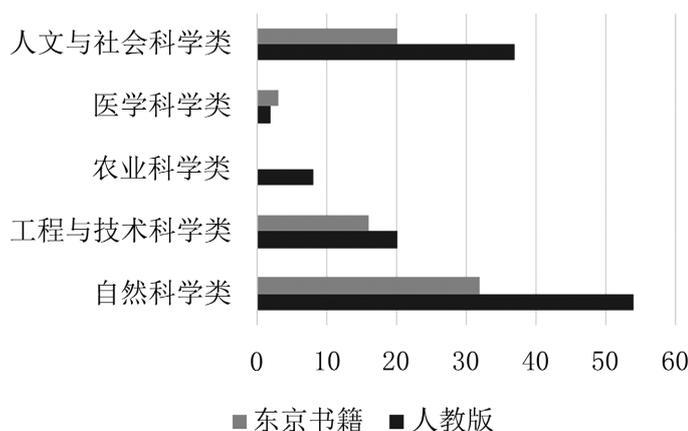


Figure 1. Disciplinary sources of interdisciplinary content in the two editions of junior middle school mathematics textbooks

图1. 两版初中数学教材跨学科内容的学科来源

通过统计得知, 尽管人教版教科书涉及的跨学科数量远远大于东京书籍, 但是人教版教科书同时存在类型较为固定且单一的问题, 比如在人教版教科书中跨学科所涉及的自然与科学内容多为计算小球滚动速度、汽车行驶速度、步行速度等, 而东京书籍教科书基于日本的文化背景引入了许多新话题, 如计

算堵车时间、判断樱花开放的时间、计算过山车速度等，大大丰富了选材的广度。

3.2. 跨学科内容的呈现方式分析

由图2可知，在跨学科内容的呈现方式上，两版教材主要以文字和图文并茂的形式呈现跨学科内容，由于本研究是针对初中函数内容展开的，因此在统计中发现教材存在许多对函数定义、性质探讨的表格以及图象，有助于学生在自主探索中发现函数的特点。人教版教材的跨学科内容呈现方式中没有呈现装饰图，以文字方式呈现的占比高于图文并茂的形式，可见，人教版教材更注重加强文字语言与数学内容之间的联系以及学生的阅读理解能力培养；东京书籍在呈现方式上含有少量装饰图，且跨学科内容以图文并茂的方式呈现的占比远高于单独的文字陈述，结合初中生的数学学习心理规律，利用图片的方式呈现有助于缓解数学学习的“枯燥”感，提高学生参与数学学习的积极性，降低学习的难度。

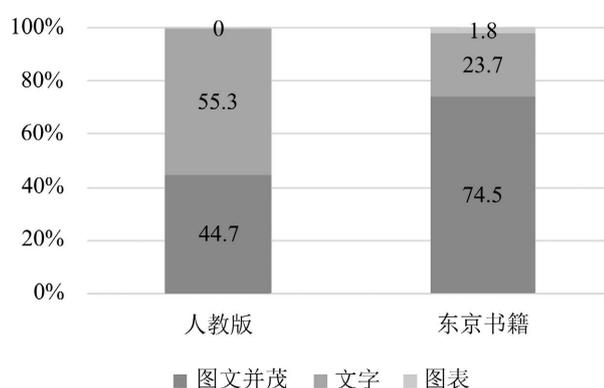


Figure 2. Presentation of interdisciplinary content in two versions of junior middle school mathematics textbooks

图2. 两版初中数学教材跨学科内容的呈现方式

3.3. 跨学科内容的分布位置分析

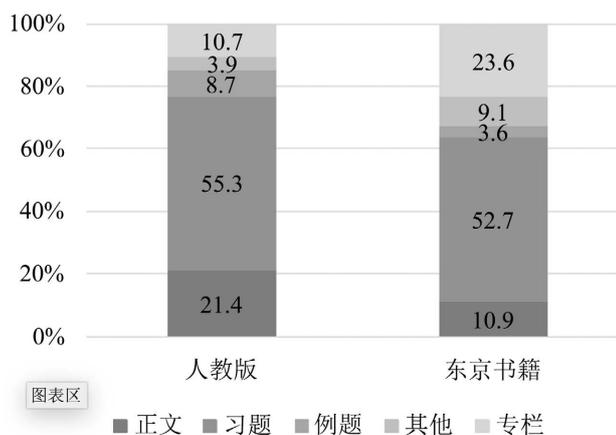


Figure 3. Distribution of interdisciplinary content in the two editions of junior middle school mathematics textbooks

图3. 两版初中数学教材跨学科内容的分布位置

由图3可知，两版教材都注重跨学科内容设置的均衡分布，五个板块在两版教材中都所有涉及。从

问题设置上可知,两版教材都注重将跨学科与解决问题相联系,习题中的跨学科内容所占比例均超过半数,习题有助于巩固所学新知,进而获得能力的提升。人教版教材例习题的跨学科占比高于东京书籍,说明人教版教材更加注重学生在训练得到知识的内化。

在正文中人教版教材的跨学科内容占比也高于东京书籍,在统计过程中,发现正文部分占比产生差异的原因为两版教材的设计理念存在差异,由于函数对于中学生来说是一个全新的、抽象的概念,因此人教版教材在正文部分通过设置大量跨学科实例来使学生在头脑中形成对函数的认识,而东京书籍注重的是学生透过一个实际例子,在对例子所含问题的自主探究、小组合作中获得对函数的理解。另外东京书籍关注问题设置的整体性,即在某一章节的引入中确定一个主题,如过山车运行速度,则章节内各个知识点的学习均可透过与该主题相关的问题进行新知导入。

对于其他部分和专栏部分,其他部分包含的章引言以及旁注等是对所学知识的引入和向导,专栏部分主要介绍相关的历史、文化以及相关探究课题等。两版教材中的跨学科内容在专栏中有着极其显著的体现,在两版教材的每一章节都附有专栏,通过专栏的学习加深对所学知识的理解,培养学生的思考能力、表现能力。

3.4. 跨学科内容的设置目的分析

由图4可以看出,跨学科内容的四类设置目所占比例的在两版教材中较为接近,且主要为知识的应用,这与分布位置中以例习题为主的特点相互对应,通过知识的应用有利于加深学生对数学概念、性质的认识,并促进学生自觉应用数学知识解决生活问题,推动学生用数学的眼光看世界。例如,在人教版教材八年级下册的一次函数章节中利用肥料运送方案与运费之间的关系刻画实际问题,结合经济学知识将函数用于调度规划。

另外,知识引入也是跨学科内容的设置目的之一,在义务教育课标(2022版)[4]中也提出注重发挥情境设计和问题提出对学生主动参与教学活动的促进作用,使学生在活动中逐步提升核心素养。人教版在章引言部分和正文部分分别呈现不同的跨学科内容以启发、帮助学生结合生活经验和已学知识学习新知,东京书籍则是在章引言和正文呈现同一内容,正文在章引言提出的问题上进行深入探究,从而搭建知识形成的桥梁,例如东京书籍数学2中通过探究煮面时的火力与费用之间的关系引出一次数学。

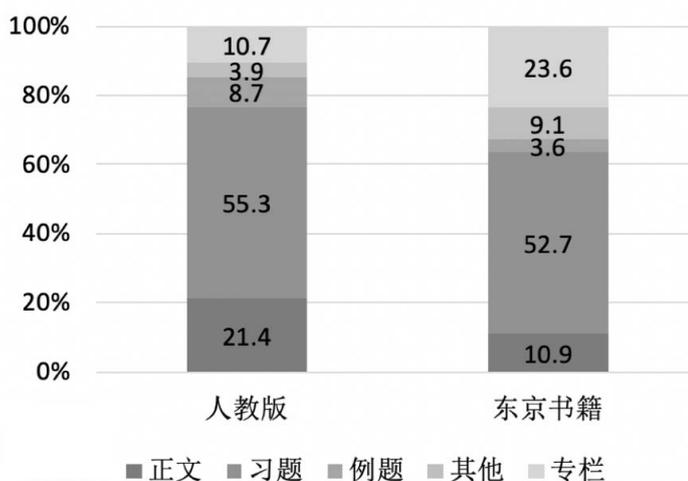


Figure 4. The purpose of setting interdisciplinary content in the two editions of junior middle school mathematics textbooks

图4. 两版初中数学教材跨学科内容的设置目的

4. 结论与启示

4.1. 结论

本文从学科来源、呈现方式、分布位置、设置目的四个方面分析了中日两版教材函数部分跨学科内容的特点，主要发现了以下结论。

(1) 在数量上人教版教材的数量约为东京书籍的两倍，在学科来源上，两版教材的主要来源为自然科学类、人文与社会科学类和工程与技术科学类三大类，人教版教材的跨学科内容在数量和广度上多于东京书籍，但是东京书籍在选材上注重与本国文化相结合，其选材更加贴合时代发展特点。

(2) 在呈现方式上，两版教材均考虑到了呈现形式的多样性，人教版教材中更多地以文字的形式呈现跨学科内容，注重文字语言与数学内容的联系，而东京书籍更多地利用图文的形式呈现跨学科内容，从而提高学生学习兴趣。

(3) 在分布位置和设置目的上，两版教材均考虑到了跨学科内容设置的多样性，在例习题上设置的比重较大，旨在借助源于跨学科背景的问题实现对所学知识的巩固和运用。

4.2. 启示

(1) 提高选材的多样性

正如前文所述，人教版教材的跨学科内容较多，但是始终围绕着物理学、经济学等经典学科，对于现代社会的新兴学科、热门学科涉及较少。教科书是课程实施的载体，跨学科内容的选材是落实相应的数学学习内容的重要依据，是学生获得知识、发展能力的重要途径，因此，跨学科内容的选择在知识教授过程中十分重要。在选材过程中，除了关注跨学科内容的广度，还应该考虑所选内容的代表性、时效性、文化性，体现国家特色，在学生熟悉的领域之上增设不熟悉的领域，提高学生的学习兴趣与探索欲望，比如融合社会主义核心价值观、神舟十六号载人飞船等社会热点，紧跟时代步伐。

(2) 提高跨学科内容的知识整合深度

在统计中发现，人教版教科书中涉及的跨学科知识点大多以背景的形式呈现，学科交融还停留在较浅的层次。跨学科不等同于多学科，真正的跨学科学习需要从现实情境中提炼出更多跨学科课程研究的视角，有明确的、整合的研究方法与思维模式，是思想和方法的整合[9]。在使用跨学科内容时要拒绝了引入跨学科而引入跨学科，充分挖掘跨学科内容的潜在价值，加强跨学科内容与所学知识的深度融合，让学生体会不同学科之间的密切联系，促使学生用更加综合的、多样的视角看待、应对更为复杂的现实生活中的问题[10]。

(3) 调整跨学科内容的呈现方式

义务教育数学课程标准(2022版)指出：“教材应具备可读性，图文并茂，关注学生身边发生的事情，增加学习的趣味性”[4]。可见，课程标准也十分关注教科书中的插图设置，提倡使用多样的呈现方式以帮助学生运用多元表征进行学习[11]。学生是课程实施最直接的受益者，教科书对于学生学习需要的满足程度影响着教科书的使用效果[6]。在人教版教材中虽然图文结合的跨学科内容呈现方式占据着较大的比重，但是，考虑到中学生的心理特点与学习方式，适当丰富插图内容并提高插图设置质量是极有必要的，另外，也可以考虑呈现方式的多元化，比如插入二维码链接，通过课后扫码阅读加深学生对跨学科内容的理解。

(4) 实施跨学科活动，提高学生素养

随着核心素养的深入推进，在国家新课程方案中规定有10%的时间用于跨学科主题学习，跨学科学习关注围绕真实问题进行学科整合，产生整体理解[12]。跨学科学习可以通过跨学科活动得到实施，跨学

科活动能够帮助学生在主动解决问题的过程中提高思考能力、判断能力,聚焦素养的提高。东京书籍对于每一章节的内容都附有一个数学自由研究栏目,以数学、日常生活以及其他学科的内容为学习课题,通过自主探究形成研究报告,进而促进自主探索、表达写作能力的提高。因此在教科书编写时对于跨学科活动的完成形式可以是研究报告,包含研究目的、研究方法、研究结果与研究反思等部分[13],体现探索的完整过程,并意识到研究的目的除了解决问题还有个体的反思与收获。

参考文献

- [1] 李健,李海东. 数学课程跨学科主题学习项目的设置与启示——基于美国《Big Ideas Math》教科书的分析[J]. 上海教育科研, 2022(8): 17-23.
- [2] 余胜泉,胡翔. STEM 教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究, 2015, 21(4): 13-22.
- [3] 陈昊,王建磐. 21 世纪国际数学教育在关注什么——基于 ICME 中 TSG 主题的分析[J]. 数学教育学报, 2020, 29(2): 41-48.
- [4] 中华人民共和国,制定. 义务教育数学课程标准(2022 年版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [5] 文部科学省. 中学校学习指导要领解说数学编[EB/OL]. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2019/03/18/1387018_004.pdf, 2023-04-11.
- [6] 孔凡哲,等. 教科书研究方法与质量保障研究[M]. 长春: 东北师范大学出版社, 2015.
- [7] 尚念. 中美初中数学教材跨学科内容的比较研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2017.
- [8] 刘子静. 中美高中化学教材跨学科内容的比较研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2020.
- [9] 李佩宁. 什么是真正的跨学科整合——从几个案例说起[J]. 人民教育, 2017(11): 76-80.
- [10] 吴刚平. 跨学科主题学习的意义与设计思路[J]. 课程·教材·教法, 2022, 42(9): 53-55.
- [11] 张维忠,胡智慧. 中美初中数学教科书插图质量的比较[J]. 数学教育学报, 2022, 31(1): 64-69+84.
- [12] 夏雪梅. 跨学科项目化学习: 内涵、设计逻辑与实践原型[J]. 课程·教材·教法, 2022, 42(10): 78-84.
- [13] 孙虎. 指向核心素养的初中数学跨学科项目实施研究——以日本初中数学教材跨学科内容设置为例[J]. 中小学课堂教学研究, 2022(8): 67-70.