

从“分物”到“识数”：思维可视化助力小数概念的直观建构

彭珍珍

深圳市福田区北京大学附属中学深圳学校（集团）黄埔学校 广东 深圳 518000

【摘要】：小数概念的建构是学生从整数认知向有理数认知跨越的关键内容。小学生思维以具体形象思维为主，在面对小数这一抽象概念时，常面临“整数思维定式”“十进制认知断层”“符号意义混淆”等困境。为解决这一问题，思维可视化作为一种将内隐认知过程外显化、结构化的教学策略提供了新的路径。本文梳理了实物操作可视化、面积模型可视化、数轴模型可视化三类思维可视化策略在小数概念教学中的应用策略，构建了“动手分—动笔画—动口说”的三阶推进教学框架，期待能助力学生从“分物”的操作性理解跃迁至“识数”的概念性理解，实现小数概念的建构与数感素养的发展。

【关键词】：小学数学；思维可视化；小数；数感

DOI:10.12417/2705-1358.26.13.055

1 引言

“小数”是小学数学数概念体系中的重要节点，它上承整数的位值制原理，下启分数的十进表达，是学生数认知发展链条中不可或缺的一环。《义务教育数学课程标准（2022年版）》同样将数感列为数学核心素养的重要组成部分，强调要让学生在真实情境中“感悟数的意义、理解数的本质、建立数与现实之间的联系”。在这一课程标准引领下，小数概念的教学不再仅仅是读写与计算的知识传授，而是要让学生在“分、画、数”的具象活动中，深刻理解小数是从单位“1”的均分与细分中产生的，是以十进制计数单位为内核的数系扩张。

思维可视化（Thinking Visualization），正是为弥合这一断裂而生的教学理念。它强调“把思维如思考方法和思考路径那样运用各种图式呈现出来”，使内隐的认知过程变得可见、可触、可交流，是让学生在实物操作中触摸“分”的过程，如在面积模型中观看“十等分”的几何结构，在数轴模型中感受“细分无止境”的数学逻辑。这也正是本文核心命题所在：从“分物”到“识数”，思维可视化如何助力小学生实现小数概念的直观建构？

2 小数概念建构的认知难点：从“分物”到“识数”的三道坎

如果说“分物”是学生身体参与的具象起点，“识数”是学生认知达成的抽象终点，那么在这两点之间，横亘着三道需要跨越的“认知坎”。

2.1 第一道坎：整数思维定式——难以从“个”走向“分”

学生在学习小数之前所学的数大多以整数形式呈现，形成了“数就是数个数”的认知图式。在他们的经验中，数是用来“数”的：3个苹果、5个小朋友、10块饼干——每一个数都

对应着“个”。然而小数概念的引入从根本上挑战了这一图式：0.3不再对应3个完整的“个”，而只对应“一个整体被平均分成10份后的3份”。

这种从“数个数”到“数份额”的认知转向并不容易。在学习小数前，学生存在“小数就是比1小的数”这一定势思维。当他们看到“0.3”时，往往将注意力集中在数字“3”，时常忽略小数点所标识的位值含义。还有更典型的迷思会出现在小数的比较中：部分学生判断0.8小于0.11，这样判断的潜在逻辑是“8<11”，这正是整数比较经验的负迁移导致的。

2.2 第二道坎：十进制认知断层——难以从“一次分”走向“逐次分”

小数与分数的根本区别在于其十进制位值特征。一位小数是对“1”进行十等分的结果，两位小数则是对“0.1”进行十等分的结果，以此类推。小数的构造逻辑不是一次性的“任意均分”，而是以“十”为基数的逐次细分。但是在常规教学中，教师通常会用涂格子图的方式让学生看到：十进分数往往“孤立”出现。所以，在实践中0.1与0.01之间的关系、0.01与0.001之间的关系，常常成为部分学生的认知“断层”。他们缺失了对“0.01是从0.1再分10次得来”这一过程的理解。换言之，学生看见了分的“结果”，却没有亲历分的“过程”。后续体会“10个0.01是0.1，10个0.001是0.01”等十进关系也因此变得勉强而孤立。

2.3 第三道坎：符号意义混淆——难以从“操作”走向“表征”

一个小数点加几个数字，便扩展了“十进制位值制”这一复杂的数学结构。对于学生而言，理解小数的符号意义，意味着要同时协调三种认知：一是小数点作为“整数部分与小数部分分界”的标记功能；二是小数部分数字所对应的计数单位（十分位、百分位、千分位）；三是小数与十进分数在意义上的等价关系。在日常教学中，教师常碰到这样的情形：学生能够正

确地说出“1角=0.1元”，但当教师追问“0.1元与1元是什么关系”时，学生只能重复“1元=10角”的具体换算，而难以上升为“0.1元是把1元平均分成10份中的1份”这样的抽象表述。这说明学生在“操作层面”（会换算）和“概念层面”（理解位值本质）之间，还存在着显著的差距。

这三道坎相互交织，共同构成了学生从“分物”到“识数”的认知障碍网络。也正因为如此，小数概念的教学不能仅仅依靠教师的语言讲解和机械记忆，而需要一种能够将抽象思维过程“摊开来”的教学策略——思维可视化正是回应这一需求的答案。

3 思维可视化教学的理论支点

思维可视化并非简单的“画图教学”，其背后有着坚实的认知心理学和数学教育理论基础。

3.1 图式理论的视角

图式理论认为，学习本质上是一个认知图式不断生成、丰富和重组的过程。当学生面对一个新概念时，他们需要将新的信息与已有认知图式建立联系，如果新旧图式之间存在冲突或断层，学习就会受阻。小数概念的教学正是这样一个典型场景：学生已有的整数图式不足以容纳小数，需要生成新的图式来理解“位值”“十进”等核心概念。

3.2 认知负荷理论的视角

认知负荷理论区分了三种认知负荷：内在认知负荷（由学习材料本身的复杂性决定）、外在认知负荷（由不合理的教学设计增加）和相关认知负荷（有助于图式建构的认知投入）。有效的教学应当尽量降低外在认知负荷，将释放出来的认知资源导向相关认知负荷。小数教学中就需要清楚怎样的教学设计会造成学生认知负荷，如要求学生从抽象的文字定义或符号规则来理解“0.1表示十分之一”，但如果教师借助正方形面积模型，让学生直观看到“将整体平均分成10份，其中1份就是0.1”，这样操作让“均分”和“份额”的信息被图形直接承载，学生的大脑会更容易理解“0.1作为一个新的计数单位”这一核心概念。正因如此，思维可视化被视为降低认知负荷、释放认知资源的有效策略。

3.3 概念建构的视角

数学概念的学习可以分为操作层、表象层和概念层三个递进的认知水平。操作层是“动手做”，学生通过操作实物获得感性经验，比如学生通过操作米尺、正方形纸、计数币等实物获得“分”的经验；表象层是“脑中画”，学生能够在头脑中形成概念的视觉表征，比如在正方形中涂色表示0.1、在数轴上标注0.3的位置；概念层是“抽象想”，学生脱离具体情境也能运用概念进行推理。这“三层级”中，最关键的环节在于

从操作层到表象层的过渡——学生需要将动手操作的经验内化为稳定的心理表征，而这正是思维可视化的最有力的部分。

4 教学策略：思维可视化在小数概念教学中的三维路径

基于上述理论分析，本节以“具象操作”逐步走向“抽象表征”的认知推进逻辑，从实物操作、面积模型、数轴模型三个维度，系统阐述思维可视化在小数概念教学中的具体策略。

4.1 实物操作可视化：“分物”中感知小数的产生

实物操作是思维可视化的第一层级，教师可以创设真实的生活情境作为操作载体。例如，在“超市购物”活动中，让学生用人民币学具（1元硬币、1角硬币）进行实际交易活动。当学生需要支付“3.5元”时，他们自然会触及“3元加5角”的意义建构——3个1元加上5个1角，而5角就是把1元平均分成10份后的5份。让学生初步感知小数不是凭空而来的符号，而是生活中用“细分单位”来表示量的需要。类似的策略还有“量身高”活动。教师让学生用米尺测量彼此的身高，当测量结果介于两个整厘米数之间时，学生自然会追问“不够1米的这部分该怎样表示？”——由此，“小数是单位细分后的表示”这一核心认知便在真实需求中自然构建起来。

4.2 面积模型可视化：“画图”中建构小数的结构

实物操作提供了宝贵的具象经验，但这些经验如果不经“加工”，就容易停留在零散的“事例”层面，难以形成系统化的概念理解。面积模型的价值正在于：它把实物的、个别的经验，转化为图形的、普适的认知结构。

面积模型可视化的核心操作是“涂格子”：以一个完整的正方形代表单位“1”，将其平均分成10份（产生一位小数）或100份（产生两位小数），学生通过涂色来表示不同的小数。这种操作的妙处在于，同一个面积模型既可以表示分数，也可以表示小数——涂满3个十分之一份，既可以写成 $\frac{3}{10}$ ，也可以写成0.3。这样一来，小数与十进分数之间的等价关系就不再是教师“告诉”的结论，而是学生“看到”的事实。面积模型的操作还有利于教师引导学生关注“涂色区域”与“整体”之间的关系。

4.3 数轴模型可视化：“标数”中统整小数的体系

面积模型侧重于“部与整体”的关系理解，而数轴模型则侧重于“序”与“位值”的系统建构。数轴可以将整数、小数、分数统摄于同一条直线之上，使学生在视觉上直观感受到小数并非一种独立于整数的新系统，而是可以将整数之间的“空隙”填充起来的数系扩充。

数轴模型的关键操作在于“等分”与“定位”。如果一条

数轴已经标注 0 和 1 的位置，那 0.3 应该在哪里？学生需要在 0 与 1 之间进行十等分，找到第 3 个等分点。这一操作将小数的意义从“涂格子”的静态图示，推进为“定点位”的动态推理。

5 教学框架：从“分物”到“识数”的三阶推进模型

综合上述策略，本文提炼出一个“三阶推进”的教学框架（表 1），该框架对应学生认知发展的三个关键层级，使教学从“分物”的具象操作逐步上升为“识数”的抽象概念建构。

表 1 从“分物”到“识数”的三阶推进模型

教学阶段	核心问题	可视化工具	认知层级	学生活动
阶段一：动手分	小数从哪儿来？	实物学具（人民币、米尺）	操作层	分、摆、量、比
阶段二：动笔画	小数长什么样？	面积模型、格子图	表象层	涂、画、标、连
阶段三：动口说	小数意味着什么？	数轴模型	概念层	说、议、辨、归纳

阶段一“动手分”——在实物操作中萌生直观数感。这一阶段的教学任务是让学生通过真实情境中的度量与分配活动，感受到用“细分单位”来表达量值的必要性。学生在这一阶段的活动以“分”“摆”“量”“比”等动作为主，他们的认知停留在操作层，但对小数的“数感”已经开始萌生——他们体验到 0.3 比 0 大比 1 小，感受到 0.3 元和 3 角是同一种量的不同表达。

参考文献：

- [1] 教育部.义务教育数学课程标准(2022 年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022.
- [2] 杨淑艳.运用思维可视化教学沟通计算教学中的“理”与“法”[J].现代教育与实践,2025,7(18):187-190.
- [3] [美]罗恩·理查德,马克·丘奇.思维可视化教学:哈佛大学教育学院设计可视化思维课堂的 18 种流程[M].周晓微,李萌,译.北京:中国青年出版社,2022:25-60.

阶段二“动笔画”——在几何表征中固化认知图式。当学生积累了一定的操作经验后，引导他们通过画图将这些经验转化为可视的结构化表征。面积模型是这一阶段的核心工具。学生在正方形中“涂出”0.1、0.01、0.25，实际上是在进行一种“思维的外化”：他们需要决定把正方形平均分成多少份、涂多少份，而这些决策背后隐含着对小数的位值和意义的理解。教师通过观察学生的“画”，可以准确诊断其认知状态。

阶段三“动口说”——在语言表达中升华概念理解。当学生完成涂色或标注操作后，教师应引导他们用数学语言描述自己的操作过程和推理逻辑。例如，“把一个正方形平均分成 10 份，涂其中的 3 份，涂色部分可以用 0.3 表示。”这种语言表述促使学生将视觉表象转化为符号概念，将模糊的感觉清晰化为明确的认知。在此过程中，教师还可以追问：“0.3 与 0.30 有什么关系？在图上你能找到证据吗？”这些问题推动学生的思维从“看到什么”走向“证明什么”，实现概念理解的深层建构。

6 结语

从“分物”到“识数”，看似只是一个概念的跨度，实则是学生数认知发展中的一次“地质变动”——从整数大陆延伸出小数半岛，从“数个数”的单一逻辑扩展到“数份额”的多维理解。思维可视化教学之所以能助力这一认知跨度，不在于它提供了多么精美的教学工具和多么丰富的教学策略，而在于它抓住了数学概念学习的核心规律：概念的建构必须从经验开始，但不能止于经验；同时必须经历外化的过程，才能实现认知的建构。