

## 第二次审稿意见与作者回应

### 意见 1:

“对于正处在具体运算阶段的小学儿童，其思维可逆且开始进行心理运算(章勤琼, 徐文彬, 2016)，高嵌套集合建模能力可能使他们更好地感知贝叶斯问题中的嵌套结合结构，进而在心理上建立起对应的集合模型促进推理表现。”

### 回应:

**非常感谢专家的建议！再次回看，这里表述确实不够清楚。**

我们再次查阅了所引文献(章勤琼,徐文彬,2016)，在 P44(倒数第三行):“根据皮亚杰对儿童认知发展阶段的划分，小学生主要处于具体运演阶段（六七岁至十一二岁），其基本特点是开始进行心理运算，能在头脑中依靠动作的格式对事物的关系系统进行逆反、互反、传递等可逆运算”。据此，我们对正文进行了修改和补充，即“对于正处在具体运算阶段的小学儿童，其基本特点是开始进行心理运算，能在头脑中依靠动作的格式对事物的关系系统进行逆反、互反、传递等可逆运算”（参见修改稿正文第 2 页倒数第 2 行红色字体部分）。

**敬请专家指导，谢谢！**

### 参考文献:

章勤琼, 徐文彬. (2016). 论小学数学中分数的多层级理解及其教学. 课程·教材·教法, 36(3), 43 - 49 .

### 意见 2

“由于嵌套集合建模能力是一种从心理上构建嵌套集合模型的能力，因此，本研究的结果也发现，无论是自然频数还是几率格式条件下，具有较高嵌套集合建模能力的儿童不仅在贝叶斯推理问题中有更好的表现，且有更低的猜测频率。”

### 回应:

**非常感谢专家的建议！再次审读论文，我们发现此处的表述确实不够准确。我们已参照专家的建议进行了相应的修改。**

由于嵌套集合建模能力是一种从心理上对嵌套集合进行表征的能力，因此，本研究的结果也发现，无论是自然频数还是几率格式条件下，具有较高嵌套集合建模能力的儿童不仅在贝叶斯推理问题中有更好的表现，且有更低的猜测频率。（详见修改稿正文第 7 页第 3 段红色字体部分）

**再次感谢专家的所有意见和建议，敬请指教，谢谢!**

# 第一次审稿意见与作者回应

## 审稿专家意见：

本研究探讨了集合知识（或能力）对概率推理的影响，总体来看此研究有一定的创新性，研究方法较正确，结论可靠。存在如下问题：

## 回应：

非常感谢审稿专家的宝贵意见和建议，对于我们提高文章质量和加强科研工作有很重要的指导意义和帮助作用。经过深入思考、讨论和再次查阅文献，我们对文章进行了修改（详见正文修改稿的蓝色字体部分）。针对专家提出的意见，我们在下文进行了逐条回复。再次感谢审稿专家的指导！

## 意见 1：

论文中的三种数字表征格式：概率格式、几率格式、自然频数格式是否需要一个简单的概念描述或者举例说明？

## 回应：

非常感谢专家的建议！再次审读论文，我们发现此处的表述确实不够细致，我们已参照审稿专家的建议在引言第三段补充了概率格式和自然频数格式的举例说明。

Zhu 和 Gigerenzer(2006)最早通过实验探究小学儿童能否定量地进行贝叶斯推理，结果表明，当用概率格式（如某人撒谎的概率是 80%）表征贝叶斯推理问题时，所有儿童都无法完成贝叶斯推理问题；但用自然频数格式（如 10 个人里面有 8 个人撒谎）时，六年级儿童的正确率从 0%急剧上升到 53.5%（详见修改稿正文第 1 页第 3 段）。

几率格式的举例说明见修改稿正文第 3 页第 1 段。

此外，采用几率格式，如一枚硬币有 1/2 的机会在落地时是正面(傅小兰, 赵晓东, 2005)，也被认为能将问题中嵌套的子集关系明晰，进而促进推理表现(Girotto & Gonzalez, 2001)（详见修改稿正文第 3 页第 1 段）。

## 意见 2：

引言部分第一段，对贝叶斯推理的定义不够精准，需重新描述。

回应:

**非常感谢专家的宝贵意见！我们再次查阅了相关文献，在引言第一段重新对贝叶斯推理的定义进行了描述。**

贝叶斯推理作为一种根据先验知识和当前证据信息进行锚定、组合、调整，对逆条件事件进行主观概率估计的过程（谢云天，史滋福, 2021），为儿童日后逐渐发展起来的概率推理素养、有效处理随机性、识别事件之间的联系、考虑替代行动方案等能力的发展具有重要作用（详见修改稿正文第 1 页第 1 段）。

意见 3:

引言部分第二段第一句，成人集合似乎并不包含普通学生集合。普通学生是否指的是普通大学生（成人普通学生）？

回应:

**非常感谢专家的意见！诚如专家所言，这里的概念指代的确存在问题，我们已按照专家的建议做了相应修改。**

然而，大量研究表明，无论是普通大学生(Weber et al., 2018)还是专家教授(Hoffrage et al., 2015)，成人似乎都无法很好地解决贝叶斯推理问题（详见修改稿正文第 1 页第 2 段）。

意见 4:

引言部分最后一段，三个实验假设中的两个已然是已有研究的结论，不知为何还要提出来？

回应:

**非常感谢专家的意见！专家的意见促使我们再次进行了认真思考，发现论文中该部分的表述确实不太清楚。为此，我们再次查阅文献并反复讨论，对假设的提出做了相应的补充（详见修改稿正文第 2 页第 3 段和第 3 页第 1 段），敬请专家指导。**

关于第一个假设，Brase(2020b)曾以大学生为被试，通过实验发现，高嵌套集合建模能力个体的推理成绩明显好于低嵌套集合建模能力个体。但对小学儿童，尚未有此结论。结合近期的一项元分析所表明的，对自然频数促进作用的理论之争主要在自然频数如何影响个体的心理内部表征(McDowell & Jacobs, 2017)。对于正处在具体运算阶段的小学儿童，其思维可逆且开始进行心理运算(章勤琼，徐文彬, 2016)，高嵌套集合建模能力可能使他们更好地感知贝叶斯问题中的嵌套结合结构，进而在心理上建立起对应的集合模型促进推理表现。故本

研究提出假设 1，高嵌套集合建模能力的儿童的贝叶斯推理表现会优于低嵌套集合建模能力儿童（详见修改稿正文第 2 页第 3 段）。

关于第二个假设，Zhu 和 Gigerenzer(2006)的研究发现，儿童在自然频数表征的贝叶斯推理问题中的表现明显优于概率表征。但对于几率格式，将其与自然频数和概率表征相比，在贝叶斯推理中孰优孰劣似乎并无定论。如 Pighin 等(2017a)的实验表明，儿童在几率格式上的推理表现与自然频数格式一致，但 Brase(2020a)则认为，几率格式虽然采用了相同的自然抽样和整数格式，但无法达到与自然频数一样的促进作用。鉴于几率确实可以明晰嵌套集合关系，但同自然频数格式的理解在本质上仍有不同(Sirota et al., 2015)；同时几率又与概率类似，具有单一事件性质（如掷一枚硬币，这枚硬币有 1/2 的机会正面朝上）。因此，本文提出假设，儿童在概率、几率，自然频数这三种数字表征格式的贝叶斯推理表现是有差异的（详见修改稿正文第 3 页第 1 段）。

#### 意见 5:

研究方法部分第一段，需要按年级分类描述被试吗？如果年级不是实验关注的因素，不需要特别表明，只需对整体被试进行描述。

#### 回应:

非常感谢专家提出的建议！本实验的确不关注年级因素，对于被试信息的描述，我们已按照专家的建议进行了修改。

随机选取某两所小学的 285 名学生为被试(其中男生 151 人 ( $M=10.53$  岁,  $SD=1.12$  岁), 女生 134 人( $M=10.50$  岁,  $SD=1.08$  岁)（详见修改稿正文第 4 页第 1 段）。

#### 意见 6:

研究方法部分第三段，数字的表征格式是否属于被试间设计？

#### 回应:

非常感谢专家的建议！数字表征格式属于被试间设计。再次回看正文，该部分确实存在表述上的问题。我们已重新对实验设计部分进行了修改和补充。

实验材料按照推理问题中数字表征的格式分为三种版本，即概率版本、几率版本，自然频数版本。每种版本的实验材料都包括嵌套集合建模力量表(Brase, 2020b)和 4 个贝叶斯推理问题(Pighin et al., 2017a)(详见附录)（详见修改稿第 4 页第 2 段）。

在一节常规自习课上，由受过培训的任课老师将三种不同版本的测试材料（概率版本、几率版本、自然频数版本）以同等比例混合，在教室里随机发放（详见修改稿第 4 页第 5 段）。

意见 7:

研究方法部分第三段，最后一句中“即贝叶斯策略(回答正确)、典型错误策略(如保守主义策略、换位表征策略等)及随意猜测”可否详细介绍，或举例说明？

回应:

非常感谢专家提出的建议！我们已按照专家的建议在实验部分对三种回答策略进行了举例说明。

推理策略则依据 Zhu 和 Gigerenzer(2006)以及 Pighin 等(2017a)的研究将其分为 3 种，贝叶斯策略(即以正确答案回答)、典型错误策略：以基础比率（保守主义策略，例如自然频数版本问题 1 中的 100 个里的 10 个）、击中率（换位表征策略，例如自然频数版本问题 1 中的 10 里的 8 个）、误报率（例如自然频数版本问题 1 中的 90 里的 9 个）进行回答，以及随意猜测（除上述策略以外的回答）（详见修改稿第 4 页第 4 段）。

意见 8:

结果与分析部分，图 1 名称不够精准，图中字号太小。

回应:

非常感谢专家的意见！我们已修改了图 1 的名称并调整了图中字号，敬请专家指导。

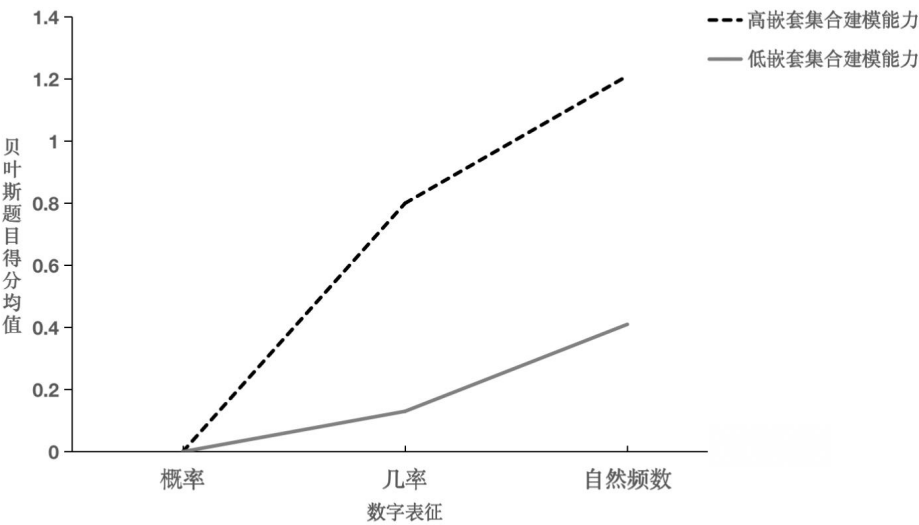


图 1 嵌套集合建模能力与数字表征的交互作用图

**意见 9:**

讨论部分第四段中的“嵌套集合建模能力”需要一个简单的概念说明。

**回应:**

**非常感谢专家的建议！我们已在讨论部分第四段对“嵌套集合建模能力”进行了简单的概念说明。**

由于嵌套集合建模能力是一种从心理上构建嵌套集合模型的能力，因此，本研究的结果也发现，无论是自然频数还是几率格式条件下，具有较高嵌套集合建模能力的儿童不仅在贝叶斯推理问题中有更好的表现，且有更低的猜测频率（详见修改稿第 7 页第 3 段）

**意见 10:**

引言部分有 3 个实验假设，摘要部分也有 3 个结论。结论部分是否也应该对应 3 个结论？

**回应:**

**非常感谢专家的宝贵建议！我们已按照专家的建议对结论部分进行了修改（详见修改稿正文第 9 页“结论”部分）。**

**结论**

- (1) 高嵌套集合建模能力的儿童在贝叶斯推理问题上有更好的表现；
- (2) 相比于概率和几率格式，儿童更适合在自然频数格式下进行推理；
- (3) 高嵌套集合建模能力儿童在自然频数表征下的获益更为明显，在几率格式下次之，而在概率格式，嵌套集合建模能力作用不大。

另，除以上回复中提到的修改外，专家指出本文的其它表述不当和不规范的部分，也已按照专家的具体建议进行了修改和替换（详见修改稿正文蓝色字体部分）。

**再次感谢专家的所有意见和建议，敬请指教，谢谢！**