

小学儿童两维空间方位传递性推理能力的发展*

毕鸿燕 方 格 翁旭初

(中国科学院心理研究所, 北京 100101)

摘 要 研究了小学儿童两维空间方位传递性推理能力的发展水平及认知策略, 同时, 对心理模型理论进行了检验。被试为城市中等小学 7 岁、9 岁、11 岁儿童各 24 名, 男女各半。单模型和双模型两种实验任务均为四前提。采用个别实验, 儿童在前提呈现的情况下进行推理。主要研究结果: (1) 7 岁儿童开始萌发了两维空间方位传递性推理能力, 9 岁儿童和 11 岁儿童的推理能力处于发展和提高过程中; (2) 随着年龄增长, 使用模型建构策略解决问题的儿童人次越来越多, 绝大部分 11 岁儿童都能使用这一策略进行推理。但即使儿童使用了模型建构策略, 他们的推理成绩也没有反映出模型数量所造成的任务难度差异, 即不符合心理模型理论关于模型数量的主要预期; (3) 即使儿童能自发生成模型建构策略, 儿童在两维空间方位传递性推理中使用这一策略的有效性程度并不高。

关键词 小学儿童, 两维空间方位, 心理模型, 策略。

分类号 B844. 1

1 问题的提出

传递性推理是指对元素排列次序关系的一种推理^[1], 比如, 由 $A > B$, $B > C$, 推理 $A > C$ 。它是儿童逻辑推理能力的核心^[2]。

对儿童传递性推理能力的研究自皮亚杰以来一直没有中断过, 但研究的角度随着心理学的发展而不同。认知心理学产生后, 人们开始关心推理的内部表征和操作问题。心理模型理论是目前关于推理内部操作的最有影响的心理学理论之一, 它的基本观点^[3, 4]是: 人们在推理中无须应用逻辑规则, 只需建构关于前提的心理模型, 然后根据模型进行判断。这一理论的主要预期是模型数量的多少决定着任务的难度, 模型数量越多, 任务难度越大。这一理论一提出, 便引起了许多心理学家的兴趣, 人们开始在推理的各个领域对这一理论进行检验^[5~ 8], 结果并不完全一致。国外大多数成人研究结果支持心理模型理论, 而国内的关于儿童推理的实验研究却没有发现模型数量造成的任务难度差异^[7, 8]。但是, 在小学儿童一维空间方位传递性推理的研究^[8]中, 虽然没有发现模型数量造成的任务难度差异, 即儿童的推理成绩不符合心理模型理论的主要预期, 却发现了随着年龄的增长, 儿童越来越倾向于使用模型建

构策略解决问题, 这也从认知策略上反映了儿童能力发展的一种趋势^[8]。

对相关的一些实验进行对比分析, 发现在不同实验中除了被试的年龄和文化背景等存在差异外, 还存在一点主要差异, 即实验材料不同。在国外对于心理模型理论进行检验的类似实验研究中一般用的是两维空间材料, 而我们对儿童推理能力的研究是一维空间材料。所谓两维空间方位刺激材料是指, 根据心理模型理论所建构的模型是平面的, 有横轴和纵轴两个维度, 比如, 建构模型时既涉及空间左右方位, 又涉及前后方位; 而一维空间方位刺激材料是指, 根据心理模型理论所建构的模型是线性的, 只有一个维度, 比如, 建构模型时只涉及空间左右方位。那么, 儿童在两维空间方位传递性推理中是否会受模型数量的影响呢? 而且, 儿童在两维空间方位推理中的策略与一维空间方位条件下的是否相同? 这些都是我们感兴趣的问题。

另外, Bryne 和 Johnson-Laird (1989) 在成人实验中未发现一维和两维空间方位条件下推理任务的难度差异, 即空间维度数量对成人的推理没有影响, 然而, 根据儿童空间认知能力的发展规律, 两维空间方位的认知比一维空间方位的认知困难, 那么, 在儿童空间认知能力的提高过程中, 在儿童推理能力的发

收稿日期: 2003- 02- 01

*国家科技部攀登计划项目(95- 专- 09)和国家自然科学基金资助项目(39970260, 39730180)。

通讯作者: 毕鸿燕, E-mail: bhy@psych. ac. cn

展过程中, 空间维度数量的增加是否会造成任务难度上的差异呢? 这也是我们关心的一个问题。

针对以上问题, 提出本研究的研究目的: (1) 探索小学儿童两维空间方位传递性推理能力的发展水平; (2) 考察心理模型理论是否能解释小学儿童的两维空间方位传递性推理; (3) 初步分析儿童在两维空间方位传递性推理过程中的策略使用情况。

2 研究方法

2.1 被试

7 岁、9 岁、11 岁小学生各 24 人, 其中男女各半, 平均年龄分别为 7.5 岁、9.5 岁、11.5 岁(上下不超过两个月)。他们均能分辨左右空间方位和前后空间方位, 并通过了预备实验。

2.2 实验设计

采取 2(模型数量) × 3(三个年龄段) 两因素组内、组间混合设计, 模型数量为组内因素, 有单模型和双模型两个水平; 年龄为组间因素, 有 7 岁组、9 岁组、11 岁组三个水平。所有推理任务均为四个前提。

2.3 实验材料

本实验以语言文字形式陈述推理问题, 前提中所涉及的内容为小学儿童所熟悉, 比如铅笔、小刀、橡皮等。每个推理问题包括四个前提, 各个前提纵向排列(见附录)。实验材料有两套, 其中一套是注汉语拼音的, 适用于 7 岁组儿童, 另一套未注汉语拼音的适用于 9 岁组和 11 岁组儿童。测题以卡片形式呈现, 一张卡片相当于一张 B5 纸大小, 一张卡片就是一道测题。对方位关系的陈述, 无论是在前提中还是在问题中, 都是随机排列的, 没有固定的顺序, 即在本实验中不考虑陈述中各种方位关系的顺序对推理的影响。

另外, 这里对单模型和双模型任务作一简单说明。关于单模型和双模型问题的划分是依据心理模型理论家们提出的模式, 比如, 由 $A > B, B > C, C > D$, 推出 $A > D$ 就属于单模型问题, 因为根据前提可以得出这样一种排列, 即 $A B C D$; 而由 $A > B, B > C, B > D$, 推出 $A > D$ 就属于双模型问题, 因为它可以有两种元素排列形式, $A B C D$ 或 $A B D C$ 。

2.4 实验程序

预备实验: 每个被试在进行正式实验之前先进行预备实验, 目的在于让被试理解实验。预备实验较正式实验容易, 推理问题为一维两前提的空间方位问题, 前提涉及内容为儿童所熟悉的水果名称。

预备实验只有两道测题, 两道测题都回答正确算通过, 通过预备实验的被试方可进行正式实验。另外, 对于 7 岁组的儿童在进行预备实验之前, 先问儿童哪个是他的左手, 哪个是他的右手, 哪个是他的左腿, 哪个是他的右腿, 以保证能辨别左右空间方位的儿童参加实验, 回答不正确的儿童被淘汰。

正式实验: 本研究所有实验均采用个别施测的方式。呈现卡片的同时给被试读一遍问题, 读题语速尽量保持一致。然后允许被试看着卡片进行思考, 思考时间不限, 之后回答问题。

所有被试都参加全部实验任务。实验包括 4 道题, 单模型和双模型各两道题, 每道题作三次, 但不是连续作三次, 各个问题呈现顺序是随机排列的。这样, 一名被试需做 12 次。

为了更好地探查儿童推理的策略, 事先在单模型和双模型问题中各选出一道题, 事后追问儿童作答的原因, 主试做详细记录, 并对儿童在推理过程中伴随的语言、动作等外部表现做记录。

2.5 指导语

指导语示例: “小朋友, 你看这里写着: 橡皮在钢笔前边, 胶棒在钢笔后边, 小刀在橡皮左边, 胶棒在墨水右边, 那么, 根据这些东西的前后左右关系, 你想想, 小刀在墨水前边还是后边, 左边还是右边?” (参见附录)。

2.6 记分方法

对于一道题, 每做对一次记一分, 即三次全作对计 3 分, 作对两次记 2 分, 作对一次记 1 分, 三次全没作对记 0 分。这样, 一道题的最低分是 0 分, 最高分是 3 分。

3 实验结果

3.1 小学儿童在两维空间方位传递性推理中的认知成绩

对所有数据采用 SPSS 10.0 进行统计处理。

表 1 给出了儿童在实验中的平均推理成绩及标准差。

表 1 不同年龄儿童在两维空间方位条件下推理的平均成绩及标准差 ($M \pm SD$)

| 年龄(岁) | 推理成绩 | |
|-------|-------------|-------------|
| | 单模型 | 双模型 |
| 7 | 0.65 ± 0.89 | 0.58 ± 0.76 |
| 9 | 1.21 ± 0.99 | 1.25 ± 0.98 |
| 11 | 1.79 ± 0.94 | 1.79 ± 1.02 |
| 全体 | 1.22 ± 1.04 | 1.21 ± 1.04 |

多因素重复测量的方差分析表明, 年龄的主效应非常显著, $F(2, 69) = 12.23, p < 0.001$, 模型数量的主效应不显著, 模型数量和年龄的交互作用亦不显著。

对年龄的主效应进行事后分析发现, 7 岁组和 9 岁组儿童之间的成绩差异显著, $t(46) = 2.13, p < 0.05$; 9 岁组和 11 岁组儿童之间的成绩差异亦显著, $t(46) = 2.12, p < 0.05$ 。

3.2 两维空间方位条件下, 儿童推理的策略

对儿童的口语报告记录及实验中的观察记录作详细整理分析, 归纳出儿童在解决问题过程中所用策略与儿童在一维空间方位传递性推理中所用策略类型^[8]基本一致, 主要有: 无关策略, 即儿童在做出判断时有自己的想法, 但与所提出的前提和问题无内在关系, 比如儿童在陈述原因时说: “铅笔比橡皮细, 铅笔比橡皮高, 所以铅笔在左边, 橡皮在右边”; 建构模型策略是指依据前提中各元素的关系建构一个直观模型, 借此进行推理, 即根据心理模型理论进行推理, 比如儿童说: “小刀在这儿, 铅笔在这儿(用手指在桌上比划)……, 所以, 铅笔在橡皮左边”。使用这一策略的儿童在解决问题过程中一般伴有外显的排列动作; 逻辑规则策略, 是指无外显建构模型的动作, 而且, 在陈述推理原因时能抽出相关的前提, 利用中介进行推理, 即根据形式规则理论进行推理, 比如儿童说: “因为橡皮在钢笔前边, 胶棒又在钢笔后边, 那么, 橡皮在胶棒前边, 小刀又在橡皮左边, 胶棒在墨水右边, 所以, 小刀在墨水前边”。对被试推理策略类型的确定由三名专家讨论一致通过为标准。儿童在本实验中各策略的使用情况见表 2。

表 2 不同年龄儿童各种策略的使用人次

| 年龄(岁) | 无关策略 | 建构模型 | 逻辑规则 |
|-------|-----------|-----------|---------|
| 7 | 32(66.67) | 16(33.33) | 0 |
| 9 | 8(16.67) | 36(75.00) | 4(8.33) |
| 11 | 0 | 44(91.67) | 4(8.33) |
| 全体被试 | 40(27.78) | 96(66.67) | 8(5.56) |

注: 括号中的数据为使用人次百分比, 各年龄段儿童总人次为 48。

对使用模型建构策略的儿童人次作统计分析, Nonparametric Tests 检验发现, 年龄对使用这一策略的儿童人次有非常显著的影响, $\chi^2 = 16.00, p < 0.001$ 。进一步分析发现, 7 岁和 9 岁儿童、9 岁和 11 岁儿童使用这一策略的人次之间均存在很显著的差异, $\chi_{12}^2 = 4.47, p_1 < 0.001$; $\chi_{22}^2 = 2.83, p_2 < 0.01$ 。可见, 使用模型建构策略解决推理问题的儿童人次随年龄增长显著增加。

4 讨 论

从结果 3.1 知道年龄的主效应非常显著, 说明在小学阶段, 儿童的两维空间方位传递性推理能力有随年龄而明显提高的趋势。进一步分析表明, 儿童在该种条件下推理能力在小学阶段始终处于一个快速发展和提高的时期, 从 7 岁到 9 岁再到 11 岁都有显著的提高。与相应条件下一维空间方位传递性推理能力的发展^[8]进行比较, 发现: 两维空间方位条件下传递性推理能力的发展和提高的速度比一维空间方位条件下快。在两维空间方位条件下, 儿童推理的正确率约从 7 岁的 20% 上升到了 11 岁的 60%, 提高了约 40 个百分点, 而在一维空间方位条件下, 儿童推理的正确率约从 50% 上升到了 70%^[8], 提高了约 20 个百分点。造成这种能力发展不平衡现象的原因在于: 儿童两维空间方位传递性推理能力的发生比一维空间方位传递性推理能力晚。7 岁儿童推理的正确率虽然仅在 20% 左右, 但从策略的使用情况来看, 已有三分之一的 7 岁儿童使用了模型建构策略, 所以, 可以说, 7 岁儿童开始萌发了两维空间方位传递性推理能力。一般而言, 在能力刚发生之初, 增长会比较快, 能力水平越高, 提高得越慢, 幅度越小。9 岁儿童和 11 岁儿童在此基础上又有发展, 处于两维空间方位传递性推理能力的发展、提高过程中。同时, 小学儿童在两维空间方位条件下的推理成绩比一维空间方位条件下的推理成绩低, 也正反映了儿童空间认知能力发展的一般规律, 即从一维向多维发展。这种结果与成人的研究结果^[5]不同, 这可能与被试的空间认知发展水平有关。对于成人而言, 空间认知能力已成熟, 于是, 空间维度数量不会对其推理造成影响, 而小学儿童正处于空间认知能力的发展过程中, 在这种能力发展不成熟的情况下, 空间维度数量对推理有显著的影响也就不奇怪了。

模型数量的主效应不显著说明对于小学儿童而言, 模型数量的增加并没有造成任务难度的加大, 推理成绩的下降, 这种现象与儿童在一维空间方位推理条件下的表现一致^[8,11], 但与国外的有关研究结果^[5,6]不一致。造成不一致的主要原因有这样几点: 第一, 被试不同。现有的支持心理模型理论的实验多以成人为被试, 而本实验的结果进一步表明了小学儿童的空间方位传递性推理是不符合心理模型理论的主要预期的, 即对于小学儿童而言, 双模型推理任务并不比单模型推理任务难。第二, 实验任务

不同。在成人实验中一般包括三种任务,即单模型任务、双模型中有确定关系的任务、双模型中关系不确定的任务。但在本实验中,由于发现儿童对于不确定的任务的判断存在很大困难,所以,只选择了前两种任务。第三,反应指标不同。成人实验一般使用了正确率和反应时两种指标,而我们的实验由于被试的原因,只选择了正确率这一指标。第四,前提呈现方式不同。成人实验一般以听觉形式呈现刺激材料,而我们为了避免记忆对儿童推理的影响,在儿童推理过程中,前提一直呈现着。儿童的推理成绩不符合心理模型理论的主要预期是不是就说明心理模型理论不能解释儿童推理的内部机制?是不是儿童在推理中就不使用模型建构策略了呢?我们不妨看看策略分析的结果。

从结果 3.2 可以看出,随着儿童年龄的增长,越来越多的儿童使用模型建构策略解决推理问题,90% 以上的 11 岁儿童都采用了这种方法进行推理,可见,模型建构策略已经成为 11 岁组儿童推理的主要策略。虽然他们使用了模型建构策略,可推理成绩却不符合心理模型理论的主要预期,原因何在呢?我们通过对儿童的口语报告材料和实验观察材料进行分析,发现儿童建构模型有自己的特点,不论是在单模型问题中,还是在双模型问题中,他们仅建构单一的模型,即儿童把双模型问题作单模型问题处理,把不确定因素确定化,也就是说,对于儿童来说,所有的问题都是单模型问题,不存在双模型问题。这种现象的出现和小学儿童的思维发展水平是分不开的。小学儿童正处于由具体形象思维向抽象逻辑思维过渡的阶段,他们的抽象思维能力还不成熟,正处于发展过程中,所以,他们往往从现实出发,从确定性出发,而不考虑可能性。由于本实验中的双模型任务是对双模型中有确定关系的因素的判断,所以,虽然是双模型任务,但是那种不确定的、可能的因素对儿童没有太大的干扰,同时,他们不考虑这种不确定性对他们的推理成绩也没有影响。而对于成人来说,由于其思维的成熟,他们会把各种不确定的、可能的因素都考虑进来,所以,即使对双模型任务中有确定关系的判断也受那些不确定的因素的干扰。如果我们能有效地控制反应时,是否会有一些新的发现呢?这是有待于进一步研究的问题。其实,这种现象也从一个侧面反映了小学儿童建构模型的技能水平还不成熟,他们通过建构单一模型来解决双模型问题。Johnson-Laird, Oakhill 和 Bull 就曾预言儿童推理能力的发展可能依赖于操作模型方法的获

得,而非正规逻辑规则的获得^[6]。

在儿童使用的各种策略中,只有模型建构策略和逻辑规则策略是有效的推理策略,因为从理论上讲,依据它们是可以得出推理的正确结论的。从结果 3.2 可以看出,随着年龄的增长,儿童自发生成有效策略的能力提高了,主要表现在使用模型建构策略的人次显著增加。虽然逻辑规则策略也是一种有效的推理策略,但在本实验条件下,它不是儿童解决推理问题的主要策略。随着模型建构策略日益成为儿童解决两维空间方位传递性推理问题的主要策略,逻辑规则策略就消失了吗?这个问题还不能盲目地下结论。可能大部分人或一般人会使用模型建构策略进行推理,而某些从事特殊职业的人或抽象思维能力高度发达的人是否依然会采取逻辑规则策略呢?比如象棋大师或数学家、逻辑学家等,这是一个有趣而值得研究的问题。

在研究中我们发现,儿童在两维空间方位传递性推理中所使用的策略类型和比例与他们在二维空间方位传递性推理中的基本一致,但推理成绩却相差很大,即儿童在两维空间方位传递性推理中的认知成绩显著低于二维空间方位条件下的认知成绩,原因何在?虽然儿童在一定程度上具有了有效策略的生成能力(主要指模型建构策略),但儿童在二维和两维空间方位条件下有效使用有效策略的能力却不同。在二维空间方位条件下,儿童能更有效地使用模型建构策略解决推理问题,但在两维空间方位条件下这种利用策略的有效性程度大为下降。儿童虽然能够区分空间左右和前后方位,但对于小学儿童来说,自己建构两维空间方位的模型远比建构单一空间方位的模型难,因此,在二维空间方位传递性推理和两维空间方位传递性推理任务中,儿童使用同一种策略——建构模型策略有效解决问题的成绩却不一样,前者高于后者,这或许反映了儿童建构模型技能的一种发展趋势。

那么,随着儿童年龄的增长,在儿童空间方位传递性推理能力的发展和提高过程中,他们是否可以通过建构真正的双模型来解决双模型问题呢?是否能反映出单模型和双模型推理任务之间的难度差异呢?儿童利用这一策略的有效性程度又会有怎样的发展?这些问题都还有待于进一步研究。

5 结 论

在本实验条件下可以得出以下结论:

(1) 在小学阶段,随着年龄增长儿童的推理能力

显著提高。7 岁儿童开始萌发了两维空间方位传递性推理能力,9 岁儿童和 11 岁儿童的推理能力处于发展和提高过程中,但总体水平还是比较低的。

(2) 随着儿童年龄增长,使用模型建构策略解决问题的人次越来越多。但即使儿童使用了模型建构策略,他们的推理成绩也未反映出单模型和双模型问题的难度差异。而且,小学儿童有效建构两维空间方位模型的能力普遍比较低。

参 考 文 献

1 Markovits H. Understanding transitivity of a spatial relationship: A developmental analysis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1995, 59: 124~ 141

2 Piaget J, Inhelder B. *The child's construction of quantities: Conservation and atomism*. London: Routledge & Kegan Paul, 1974

3 Johnson- Laird P N. *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Massachusetts, Harvard Univ Press, 1983

4 Johnson- Laird P N, Byrne R M J. *Deduction*. Hove, UK: L. Erlbaum Associates, 1991

5 Byrne R M J, Johnson- Laird P N. Spatial reasoning. *Journal of Memory and Language*, 1989, 28: 564~ 575

6 Johnson- Laird P N, Oakhill J, Bull D. Children's syllogistic reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 1986, 38: 35~ 58

7 Ge Fang, Xuehong Tian. Children's temporal reasoning. *Philippine Journal of Psychology*, 1999, 32: 50~ 59

8 Bi H, Fang G. Development of the one- dimensional spatial transitive reasoning ability of primary school children (in Chinese). *Acta Psychologica Sinica*, 2002, 34(6): 611~ 615

(毕鸿燕, 方格. 小学儿童一维空间方位传递性推理能力的发展. *心理学报*, 2002, 34(6): 611~ 615)

附录 两维空间方位推理任务举例

单模型推理任务
橡皮在钢笔前边
胶棒在钢笔后边
小刀在橡皮左边
胶棒在墨水右边

双模型推理任务
橡皮在钢笔前边
胶棒在橡皮后边
铅笔在橡皮左边
胶棒在墨水右边

小刀在墨水前边还是后边, 左边还是右边?

墨水在铅笔前边还是后边, 左边还是右边?

DEVELOPMENT OF THE TWO- DIMENSIONAL SPATIAL
TRANSITIVE REASONING ABILITY OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN

Bi Hongyan, Fang Ge, Weng Xuchu

(*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*)

Abstract

The purpose of the study was to investigate the development of elementary schoolers in two- dimensional spatial transitive inference and analyze the strategies children used during reasoning. At the same time, the mental model theory was examined. The participants were 72 children randomly selected from one middle-level primary school including three groups aged 7, 9 and 11 with half boys and half girls in each group. The tests were carried out individually. The methodology of the study was characterized by qualitative and quantitative analyses. The results showed that: (1) Children's ability of the two-dimensional spatial transitive reasoning increased significantly. The 7-year-olds had begun to burgeon this kind of reasoning ability, and the 9- and 11-year-olds were in the process of increasing fast; (2) More and more children used the model constructing strategy to resolve problems with age. Most of the 11-year-olds were able to use it. Even if children had used the model constructing strategy, the difference among task difficulty caused by the number of models wasn't reflected by their reasoning performance; (3) Even if children had used the model constructing strategy, the ability of using this strategy effectively was not high.

Key words primary school children, two dimensional spatial transitive reasoning, mental model, strategy.