DOI:10.19789/j.1004-9398.2017.01.001

交集问题特征对问题解决类比迁移的影响

张令伟[1,2] 连四清[1] 尹凤艳[3]

(1. 首都师范大学数学科学学院,北京 100048; 2. 河北省平乡县第一中学,河北 平乡 054500; 3. 河北省滦县第二中学,河北 滦县 063700)

摘 要

在不同年级学生类型情况下,样例和测题问题特征相似性对其解法类比迁移的影响的实验结果说明: 对于熟悉者来说,样例和测题表面特征的不同相似关系对问题解决迁移成绩有不同的影响. 应用类型表面特征的具体情节发生较大变化时,对问题解决方法的通达、提取和运用的迁移有影响; 变量类型问题表面特征的具体情节发生较大变化时,不仅对问题解决方法的通达有影响,而且对方法的提取和运用也有影响; 当被试学生年级类型不同时,影响也不同.

关键词: 问题特征, 类比迁移, 相似性.
中图分类号: G420

1 问题提出

样例在原理学习与迁移过程的作用,已经有大量的研究. 在 Gentner 的类比结构映射理论中,学习样例为学习者解决新问题提供了一个类比源,类比主要是对两种情境所蕴含的结构和等级关系进行映射,只映射共同的内在关系而不包括具体事物的属性[1].

样例的表面内容对于新手解决问题的影响已有大量的研究. Gick,Reed 以及 Holyoak 和 Koh 等人的研究指出,样例的表面内容只对信息提取有影响,尤其是对信息的自发提取,一旦提取成功或找到合适的类比源后,接下来的应用或者映射过程将不受表面内容的影响,而只是对问题的结构信息敏感[2-4].

样例的表面内容对已经形成原理图式的熟练者问题解决影响也有一些研究. Hinsley 的研究表明,在熟练者的问题解决中主要是问题的内部结构发生作用[5]. Chi 等人的研究发现,熟练者是使用问题的结构性信息来通达相关的知识,而初学者主要依靠的是表面内容. 他们使用精加工技术探查专家和新手的问题图式中保留的是什么样的信息,发现初学者的图式主要包括与问题类型相关的典型的表面信息,而专家的图式主要包括与问题类型相关的抽象原则的陈述. 但是,Chi 等发现专家的图式中也包括表面信息. 这一结果表明即使问题图式概括的很好,专家在解决问题时仍需利用一些特定问题信息[6].

Blessing 和 Ross 在对熟练者解决适宜题与不适宜问题的研究过程中,运用出声思维的方法,探讨了问题表面内容对熟练者问题解决的影响,实验设计了三类代数文字题: 第一类型是适宜条件题目,内容和内部结构相符合; 第二类型是中性条件题目,内容和内部结构无关; 第三类型是不适宜条件题目,内容和内部结构不相符. 研究结果表明: 即使是熟练者在解决问题时也受到问题表面内容的影响,问题的表面内容与内部结构相适宜情况下对问题的归类或解决的成绩显著优于问题的表面内容与内部结构不适宜情况下的成绩. Blessing 认为,熟练者的原理图式中仍然包括了具体内容信息,这些具体内容信息会影响他们对问题的解决[7].

莫雷在 Blessing 与 Ross 的研究基础上,也运用发声思维的方法,进一步探讨表面内容的相似性对熟悉者归类与问题解决的影响. 样例与测题的表面概貌在事件类型方面有变化的情况下,探讨了表面概貌的变化对原理运用的影响. 有研究证实了,在原理学习过程中,学习样例的表面内容不仅影响新手对问题的解决,而且也会影响已经掌握了原理的人即所谓的熟练者对问题的解决,这种影响作用将随着样例形成的问题原型的概括

收稿日期: 2016-04-20

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

化程度提高而逐步减弱[8].

以前的一系列的实验研究了表面内容的不同方面(不同的事件情节,不同的事件类型,不同的对象对应)对原理(原理相同情况与原理不同情况)的通达和运用的影响,但是这一系列的实验基本上是单纯以初学者,或者单纯以熟悉者为被试,或者初学者和熟悉者为被试,没有在一个实验研究中对不同年级的都已经学习的学生做为被试做统一的研究. 那么在一个研究中,以高中三个不同年级都已学过的有经验的学生作为被试时,样例与新问题的表面内容的相似性对类比迁移的影响会有什么异同,与以前的实验结果是否一致? 我们设想: 在一个研究中,高中三个不同年级都已学过的有经验的学生作为被试时,样例与新问题的表面内容的相似性对类比迁移的影响仍然会有明显的差异.

根据以上分析,本实验准备用交集为测试材料,高中三个年级都已学过的学生为被试,探讨样例与测试题的问题特征不同情况下,两者的问题表面特征的相似性对问题解决类比迁移成绩的影响. 根据研究目的和基本设想,本研究探讨高中三个年级的学生(都已经学习过交集的有关知识)作为被试时,样例与测试题的问题特征相似性对问题解决的类比迁移成绩的影响.

2 研究方法

实验目的: 探讨高中三个年级学生(都已经学习过交集的有关知识)作为被试时,样例与测题的问题特征相似性对问题解决的类比迁移成绩的影响.

实验设计: 本实验采用 3(年级: 高中一二三年级) ×2(应用类型: 正向应用与逆向应用) ×2(变量类型: 离散与连续)三因素混合设计,应用类型与变量类型为被试内变量,年级类型为被试间变量. 其中,年级是指高中一年级、高中二年级,高中三年级; 应用类型是指交集概念的正向应用和逆向应用,比如"设 $A=\{3,5,6,8\}$, $B=\{4,5,7,8\}$,求 $A\cap B$"为正向应用,"集合 $A=\{1,2,a\}$, $B=\{1,a^2\}$,若 $A\cap B=\{1,a^2\}$,则 a 的值是多少?"为逆向应用; 变量类型是指集合中元素是连续变量和离散变量,比如"$A=\{3,5,6,8\}$"中的元素是离散变量,"$A=\{x\mid 2\leqslant x\leqslant 4\}$"中元素是连续变量. 研究变量为迁移成绩.

被试: 选择唐山市某中学的高一二三年级各个班的学生作为被试,每一个班均为普通班,高中一年级 55 名,高中二年级 49 名,高中三年级 27 名,共 131 名学生被试. 在实验过程中有学生没有按要求进行实验,如测试卷上不写姓名,或迁移成绩与月考成绩出入很大,这些学生被试的数据在统计分析时被剔除. 最后有 125 名学生被试的数据有效,高中一年级 53 名. 高中二年级 45 名,高中三年级 27 名.

实验材料: 实验材料包括学习材料和测试材料. 学习材料由一个交集的概念和一道学习样例题组成. 学习样例给出了样例的解答过程. 测试材料由 7 道测试题组成,按已知集合中元素是连续和离散、对交集概念的正向应用和逆向应用分为四类题目. 第一类,测试题与样例的表面概貌相似,表面对应相似,即已知条件中两集合元素是离散型变量,应用类型是正向应用; 第二类,测试题与样例的表面概貌不相似,表面对应相似,即已知条件中两集合元素是连续型变量,应用类型是正向应用; 第三类,测试题与样例的表面概貌不相似,表面对应相似,即已知条件中两集合元素是离散型变量,应用类型是逆向应用; 第四类,测试题与样例的表面概貌不相似,表面对应相似,即已知条件中两集合元素是连续型变量,应用类型是逆向应用. 高中三个年级学习材料和测试材料试卷都相同.

实验程序: 首先让被试用十分钟时间阅读学习材料. 向被试发放学习材料,然后读学习材料指导语"感谢你们参加这份调查问卷,此卷是为了调查交集类比迁移而设置的. 本问卷所涉及的数据只作为研究之用,对外保密. 请您认真阅读下面的学习材料,有 10 分钟学习材料时间."学习材料收回后,再发给被试测试材料,然后读指导语"下面根据刚才的学习材料解答下面的 7 道题目,问题完成的时间是 20 分钟."20 分钟后统一收回测试卷.

数据的观测方法: 按满分 10 分的评分标准对被试答卷进行评分,每道试题结果对给全分; 第五题没有舍去 1 的给 8 分,只写出 0 的给 1 分; 写出 0 和正负值中一个的给 4 分; 第六题没有等号的给 5 分; 第七题写对一个给 5 分.

3 实验结果

对高中三个年级交集问题解决类比迁移成绩进行 3(年级: 高中一二三年级) ×2(应用类型: 正向应用与逆向应用) ×2(变量类型: 离散与连续)重复测量方差分析. 其中应用类型与变量类型为被试内变

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

量,年级类型为被试间变量. 三个年级条件下,问题特征是应用类型和变量类型的交集问题解决类比迁移成绩统计结果如下,表 1 是迁移成绩的平均分和标准差的描述性统计结果(表中 $a1$ 表示应用类型为正向应用, $a2$ 表示应用类型为逆向应用,$b1$ 表示变量类型为离散型,$b2$ 表示变量类型为连续型) ,表 2 是重复测量方差分析结果.

表 1　高中三个年级不同问题特征问题解决类比迁移成绩描述统计表

	一		二		三	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
*a*1*b*1	8. 35	1. 97	8. 49	2. 00	9. 51	1. 02
*a*1*b*2	7. 67	3. 27	7. 01	3. 18	8. 3	3. 40
*a*2*b*1	3. 47	3. 65	5. 64	3. 29	8. 63	3. 08
*a*2*b*2	5. 66	4. 81	9. 00	2. 74	10. 00	0. 00

注: 表 1 中的平均分是指每一类题的平均分.

从表 1 可以看出,应用类型与变量类型对问题解决类比迁移成绩有一定的影响,应用类型对问题解决类比迁移成绩影响极其显著,变量类型对问题解决类比迁移成绩的影响显著. 对于高中一年级学生、高中二年级学生和高中三年级学生来说,应用类型正向应用时,离散变量测试题的平均分均高于连续变量测试题的平均分; 应用类型逆向应用时,离散变量测试题的平均分均低于连续变量测试题的平均分.

表 2 结果表明: 应用类型的主效应极其显著($F = 23. 028, p = 0. 000$) ,这说明应用类型对迁移成绩的影响存在极其显著的差异. 应用类型 × 年级类型交互效应极其显著($F = 26. 385, p = 0. 000$) . 这说明应用类型主效应存在年级类型差异. 变量类型的主效应显著($F = 5. 825, p = 0. 017$) ,这说明变量类型因素对迁移成绩影响非常显著. 变量类型 × 年级类型交互效应不显著($F = 0. 941, p = 0. 393$) ,这说明变量类型对迁移成绩的影响不存在年级类型差异. 应用类型 × 变量类型交互效应极其显著($F = 38. 614, p = 0. 000$) . 应用类型、变量类型与年级类型交互效应不显著($F = 1. 773, p = 0. 174$) . 这说明应用类型与变量类型交互效应不存在年级类型差异. 年级类型主效应极其显著($F = 18. 327, p = 0. 000$) ,这说明年级类型对迁移成绩的影响存在极其显著的差异.

表 2　高中三个年级交集问题解决特征类比迁移成绩方差分析表

变异来源	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*sig*
应用类型	152. 918	1	152. 918	23. 028	0. 000
应用类型* 年级	350. 411	2	175. 205	26. 385	0. 000
误差(应用类型)	810. 136	122	6. 640		
变量类型	40. 327	1	40. 327	5. 825	0. 017
变量类型* 年级	13. 032	2	6. 516	0. 941	0. 393
误差(变量类型)	844. 578	122	6. 923		
应用类型* 变量类型	338. 109	1	338. 109	38. 614	0. 000
应用类型* 变量类型* 年级	31. 048	2	15. 524	1. 773	0. 174
误差(应用类型* 变量类型)	1 068. 244	122	8. 756		

4　分析与讨论

本实验的目的是探讨高中三个年级学生(都已经学习过交集的有关知识) 作为被试时,样例与测试题的问题特征相似性对问题解决的类比迁移成绩的影响. 实验的基本设想是: 应用类型对问题解决的迁移成绩有明显影响,变量类型特征对问题解决的迁移成绩没有明显的影响,且应用类型方面的特征不同关系对不同年级类型的学生的的影响不同.

结果发现: 应用类型的主效应极其显著,也就是说应用类型对迁移成绩的影响存在极其显著的差异. 这说明,应用类型影响问题解决方法的通达、提取和应用. 这一结果与我们的预期基本一致. 根据实验结果,我们提出如下解释: 一方面原因可能是被试在学习样例之前已经具有解决样例问题的解题图式,在样例学习时,能较准确、及时地激活已有的样例问题的解题图式; 另一方面原因可能是,被试可能通过样例学习,概括出了样例与测试题在两种应用类型水平下它们之间所蕴涵的关系和结构,进而在解题过程中直接把这种关系映射过来,或者被试通过对样例和测试题表面特征的表层类比实现解题方法的迁移.

变量类型的主效应显著,也就是说变量类型因素对迁移成绩影响非常显著,这说明变量类型在解题方法的通达、提取和运用的过程有影响. 这与我们的预期结果有些不同. 其原因可能是: 一方面可能是被试在学习样例之前已经具有解决样例问题的解题图式,即已有“求公共元素”的解题图式,在样例学

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

习时,能及时激活样例问题的已有解题图式,从而解决与样例相同的变量类型的问题,可以完成问题解决方法的迁移;而对于变量类型与样例不同的问题,测试题与样例的表面特征具体情节变化比较大,利用已有的样例问题的解题图式受到表面特征的影响,也就是样例和测试题表面特征的具体情节变化较大,被试不能揭露隐蔽条件看出表面特征的隐蔽的相似性,阻碍了迁移的顺利完成.

应用类型与年级类型交互效应极其显著.这说明应用类型对迁移成绩的影响存在一定的年级类型差异,也就是说,应用因素对于高中一年级学生、高中二年级学生和高中三年级差生存在显著影响.

进一步对应用类型因素在年级类型的三个水平上做简单效应检验分析:在高中三年级学生水平上,应用类型主效应不显著;在高中二年级学生水平上,应用类型主效应非常显著;在高中一年级学生水平上,应用类型主效应十分显著.这说明对于高中三年级学生来说,应用类型因素对问题解决的类比迁移成绩没有影响;对于高中二年级学生来说,应用类型因素对问题解决的类比迁移成绩有非常显著影响;对于高中一年级学生来说,应用类型因素对问题解决的类比迁移成绩有显著影响,与高中一年级学生比较而言,对高中一年级学生的影响更大.这一结果与我们的预期基本一致.根据实验结果,我们提出如下解释:高中三年级学生在解决测试题时,能较准确、及时的激活已有的样例的解题图式,而抑制与解决测题无关的、表面的样例的非本质的信息,使它们对解决测题不产生干扰,而样例的表面信息在解决新问题时只起到"启动"作用;而高中二年级学生和高中一年级学生在解决新问题时,能较准确、及时的激活已有的样例的解题图式,但他们在解决新问题时仍然受表面信息的影响,不能揭露新问题的表面特征的隐蔽条件,清晰地判断出问题结构特征,从而导致问题解决失败.

应用类型与变量类型交互效应极其显著,这说明应用类型和变量类型两问题特征对问题解决方法迁移的影响存在相互依存关系.

5 实验结论

本研究的结果可以解释为:当被试都是已有经验的熟悉学生时,变量类型表面特征对解题方法的通达有影响,且对提取和运用过程也有影响;应用类型特征对不同年级类型的学生影响不同,对于高中三年级学生来说,应用类型因素对问题解决的类比迁移成绩没有影响;对于高中二年级学生来说,应用类型因素对问题解决的类比迁移成绩有非常显著影响;对于高中一年级学生来说,应用类型因素对问题解决的类比迁移成绩有显著影响,与高中二年级学生比较而言,对高中一年级学生的影响更大.当被试学生年级类型不同时,影响也不同.

参 考 文 献

[1] Gentner D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy [J]. Cognitive Science, 1983, 7: 155 - 170.

[2] Gick M L, Holyoak K J. Schema indication and analogical transfer [J]. Cognitive Psychology, 1983, 14(1): 1 - 38.

[3] Reed S K. A structure-mapping model for word problems [J]. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 1987, 13(1): 124 - 139.

[4] Holyoak K J, Koh K. Surface and structure similarity in analogical transfer [J]. Memory & Congition, 1987, 15(4): 332 - 340.

[5] Hinsley D A, Hayes J R, Simon H A. From words to equations: Meaning and representation in algebra word problems [M]. In: P. A Carpenter & M. A. Just (Eds.), Cognitive processes in comprehension. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1977.

[6] Chi M H, Feltocich P J, Glaser R. Categorization and representa-tion of physics problems by experts and novices [J]. Cognitive Science, 1981, 5: 121 - 152.

[7] Blessing S B, Ross B H. Content effects in problem categorization and problem solving [J]. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 1996, 22(4): 792 - 810.

[8] 张令伟. 均值不等式问题特征对其解法类比迁移的影响 [D]. 北京:首都师范大学硕士学位论文, 2011.

[9] 张令伟. 均值不等式问题特征对其解法类比迁移的影响 [J]. 首都师范大学学报:自然科学版, 2016, 37(2): 1 - 4.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Intersection Question Characteristic to Its Solution Analogical Transfer Influence

Zhang Lingwei[1,2]　Lian Siqing[1]　Yin Fengyan[3]

(1. School of Mathematical Sciences, Capital Normal University, Beijing　100048; 2. No. 1 High School of Pingxiang in Hebei Province, Pingxiang Hebei 054500; 3. No. 2 High School of Luanxian in Hebei Province, Luanxian Hebei 063700)

Abstract

This experiment used 3 (the grade types: grade one and grade two and grade three in high school) ×2 (the application types: Positive application and Reverse application) ×2 (the variable types: Continuous variables and discrete variables) three factors mix design to study the effect of students, samples and the similarity of problems on the analogous transfer of solution. The result of experiment showed that there existed the effectivenes of sample and the similarity of problem on the transfer of solution for master. When some surface featutes had greatly been changed, which would have impact on the solution and transfer. The effectiveness of problem features were different from grades siginificant. The change of the appearance featutes had impact on the solution transfer of three grade students.

Key words: question characteristic, analogical transfer, similarity.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net