

初中生数学自我效能问卷的编制

张咏梅

(北京教育科学研究院, 北京 100031)

摘要 根据国内外关于数学自我效能研究的文献, 结合我国初中生数学学习的内容特点与实际背景情况, 编制数学自我效能问卷。研究以初一与初二学生为对象, 采用开放式问卷对 188 名学生和 53 名数学教师进行调查, 首先编制出 44 个项目的初测问卷; 采用封闭式问卷对 479 名学生的初测结果进行验证性因素分析与项目分析, 形成了包含日常生活中数学任务的效能、数学相关课程的效能与数学学业问题解决效能三个维度的 26 个项目的正式问卷; 最后对 350 名学生施测正式问卷。分析研究结果表明, 该数学自我效能问卷的因素结构清晰, 具有合理的信度和效度。

关键词 数学自我效能, 问卷, 信度, 效度。

分类号 B841.7

1 问题提出

自我效能 (*self-efficacy*) 是目前教育心理学和人格心理学的重要研究领域, 最早由美国心理学家 Bandura 于 1977 年提出, 是社会认知理论的核心概念。Bandura 强调, 在研究效能知觉如何影响行为时必须依赖微观的分析测量数据, 综合性或概括性的自我概念不能反映自我效能的复杂性, 并指出自我效能的研究领域须严格遵守其内容与背景的特殊性才能产生有效的结果, 此观点是开展数学自我效能等特殊效能研究的理论基础与根本原因。在诸多特殊效能研究领域中, 由于数学学科本身在学业领域中的重要位置, 数学自我效能的研究受到更多关注。一些研究结果表明, 与数学焦虑、数学自我概念、数学背景或被试性别因素相比, 数学自我效能是数学学业成就的更为有效的预测变量^[1-4]。

Hackett 和 Betz 是最早开展对数学自我效能研究的学者, 并将其界定为“个体针对自己能否成功完成或解决某特定数学任务或问题能力 (的信心) 所做出的具有情景性、问题特殊性的判定”。Hackett 和 Betz 在数学自我效能多维度结构理念的指导下, 编制了第一个用于评价大学生数学自我效能的量表。此量表从与数学行为有关的三个领域即日常生活中数学任务的完成, 与数学有关的大学课程、

与数学学业有关的问题解决对大学生数学自我效能进行测量。三十年来, 此量表不仅确立了数学自我效能在自我效能研究领域中的特殊地位, 而且成为特殊效能研究领域的一个突破^[4]。产生至今, 众多研究者在其设计思想指导下, 直接采用原始或修订后的形式, 广泛地开展了大量与数学自我效能有关的、卓有成效的研究^[5]。

与此同时, 也有一些学者在研究中将数学自我效能作为单一结构来处理。然而, 在这些研究中, 大多数只是将数学自我效能作为研究的次要因变量, 借鉴一般效能量表或学习量表中与效能感有关的部分编制而成, 从较为宏观的角度进行测量^[6,7]。

比较而言, Hackett 和 Betz 等对数学自我效能测量的研究更具有特殊效能所要求的针对性与具体性。这些研究大多是针对大学生和高中生的群体进行, 我国学者还采用其研究思路涉及过小学生群体^[8]。但整体而言, 在数学自我效能研究领域中, 较少涉及初中生群体, 且在具体的数学课程设置与内容要求方面我国与国外有着较大的差别。本研究力求从 Hackett 和 Betz 的数学自我效能定义与设计思想出发, 以开放式问卷与封闭式问卷相结合的方式, 针对初中生数学学习的特点, 设计出适合我国初中生群体的数学自我效能测量的问卷, 并考查问卷质量的多种指标, 从而服务于当前教育心理学对特殊效

收稿日期: 2006-9-2

作者简介: 张咏梅, 女, 北京教育科学研究院助理研究员, 博士。Email: zhym72@gmail.com。

能相关领域研究的迫切需要。

2 研究方法 with 程序

2.1 项目的收集与编制

根据对既往文献的分析和开放式问卷调查结果,初步提出初中生数学自我效能的三个维度:日常生活中数学任务的效能、数学有关课程的效能与数学学业问题解决效能,同时搜集有关资料。

日常生活中数学任务维度的项目首先来自于开放式问卷,调查对象是188名初中一、二年级学生与53名初中数学教师,问题是“你认为自己(或学生)利用已有的数学知识与技能能够解决日常生活中的哪些问题?”然后由两位初中数学学科专家根据开放式问卷的结果与初中一、二年级学生本身的特点,编制日常数学任务35项。最后经过三位初中数学教师审核后,保留其中25项。数学相关课程维度项目则是根据开放式问卷的结果,结合我国初中课程的特点,包括代数、几何、统计初步、物理、化学、科学与计算机七门课程。数学学业问题解决维度的项目(题目)主要由数学学科专家与数学教师编制,内容涉及初一、初二年级的代数、几何与统计初步部分等数学课程,共包括12道小题。由以上三部分组成《初中生数学自我效能初测问卷》,此问卷包括题目44项。

2.2 项目的预测测试与筛选

2.2.1 被试

来自北京市重点学校、区重点学校与普通学校初中生479名,其中初一年级243人,初二年级236人。

2.2.2 结果

分别于2003年2月与3月进行两次预测测试,采用验证性因素分析与项目分析方法对预测问卷的数据进行分析筛选,删除因素负荷较低以及个别无法解释的题目,得到最后的《初中生数学自我效能问卷》。此问卷采用Betz和Hackett的设计思想,由三部分构成,共26题。第一分问卷为日常生活中数学任务的自我效能问卷(13题),要求学生估计自己能正确完成这些任务的信心,如“利用皮尺,计算出你家居室的使用面积”、“看懂普通报刊、杂志上的统计图表”等;第二分问卷为与数学相关课程的自我效能问卷(4题),要求学生估计自己在已经或将要学习的课程如代数、几何、统计初步、物理中达到优秀等级(百分卷得85分以上)

的信心;第三分问卷为数学学业问题解决的自我效能问卷(9题),要求学生根据数学题目如“求方程 $\frac{2k+5}{6} - \frac{3k-2}{8} = 1$ ”的解”等等,判断自己能正确解决这些问题的信心。

三个分问卷都采用10点李克特量表的形式,从0—完全没有信心到9—完全有信心。

2.3 正式问卷的建构

2.3.1 被试

由表1可知,来自北京市重点学校、区重点学校与普通学校初一、初二学生350人,其中初一185人、初二165人,男生168人、女生182人,回收有效问卷334份。

表1 被试分布表

		市重点	区重点	普通	总计
初一	男	31	28	30	89
	女	34	33	29	96
初二	男	26	28	25	79
	女	28	32	26	86
合计		119	121	110	350

2.3.2 施测工具

包含26个项目的《初中生数学自我效能问卷》,并在间隔4个月,对同一批被试进行重复测量。施测时间为30分钟。

3 研究结果与分析

研究结果采用软件SPSS11.0与AMOS4.0进行分析。

3.1 问卷项目特征值

本问卷26个项目的平均得分分布于5.10~7.65之间,其标准差分布于1.85~2.46之间,题总相关系数 r 处于0.60~0.82之间。以上结果说明,26个项目得分范围分布较小,项目区分度处于较高的水平。

3.2 信度检验

本研究的信度检验采用反映问卷同质性的指标Cronbach α 系数与反映问卷稳定性情况的重测信度。由表2可知,分问卷的 α 系数均达到0.85以上,说明具有很好的内部一致性。间隔4个月的重测信度值则达到0.60以上,分问卷的重测信度稍低,而总问卷的重测信度则较高。由此可知,本问卷的测量结果据有较高的可信度。

表 2 数学自我效能问卷的信度指标

信度指标	分问卷 1	分问卷 2	分问卷 3	总问卷
α系数	0.93	0.86	0.94	0.96
重测信度	0.62	0.66	0.60	0.68

3.3 效度检验

3.3.1 结构效度

结构效度是用于检验问卷质量的重要指标。本文采用验证性因素分析的方法，验证数学自我效能的结构。首先验证一阶三因素模型，即日常生活中数学任务的自我效能、与数学有关课程的自我效能与数学学业问题解决的自我效能的三因素结构假设。由分析结果可知，此模型具有较好的拟合优度指标，其 χ^2/df 为 2.34，*CFI* 为 0.93，*NFI* 为 0.90，*TLI* 为 0.93，*RMSEA* 为 0.06，所有非标准化因素载荷都达到显著水平，如表 3 所示，标准化因素载荷都在 0.63 以上。Pajares 在其研究中提出^[9]，在三因素结构基础上存在着更一般意义上的数学自我效能感。结合本研究，从表 4 看到，三个因素即日常生活中的数学任务自我效能、与数学有关课程的自我效能、数学学业问题解决的自我效能间存在很高相关，因此，认为与一阶三因素模型相比，其等同模型二阶一因素模型更具有理论上的合理性。

3.3.2 结构稳定性的检验

检验问卷的结构稳定性常采用各子样本之间结构比较的方法，即在不同特征的样本群体中（如不同性别、年级等），是否具有相同的因素结构。本文将进行验证性因素分析的多样本比较，具体而

表 3 数学自我效能一阶三因素模型因素载荷

题目序号	因素一	题目序号	因素二	题目序号	因素三
1	0.68	1	0.83	1	0.81
2	0.71	2	0.87	2	0.76
3	0.69	3	0.79	3	0.85
4	0.68	4	0.65	4	0.88
5	0.71			5	0.85
6	0.63			6	0.81
7	0.66			7	0.73
8	0.77			8	0.79
9	0.70			9	0.71
10	0.73				
11	0.65				
12	0.72				
13	0.75				

表 4 数学自我效能三个分问卷的相关矩阵

<i>r</i>	分问卷 1	分问卷 2
分问卷 2	0.84	
分问卷 3	0.85	0.79

言，主要通过定义并检验下面的嵌套模型来实现：
 模型 1：验证不同样本组是否具有相同的二阶一因素结构，对其他条件部分不加任何限制；
 模型 2：在模型 1 的基础上限定不同样本组在同一观测变量上的因素载荷相等；
 模型 3：在模型 2 成立的基础上，限定不同样本组的潜变量方差相等。

表 5 不同性别学生对不同模型的拟合结果

项目	模型	χ^2	<i>df</i>	χ^2/df	<i>IFI</i>	<i>CFI</i>	<i>NFI</i>	<i>TLI</i>	<i>RMSEA</i>
性别	模型 1	1163	592	1.97	0.92	0.92	0.85	0.91	0.05
	模型 2	1172	617	1.90	0.92	0.92	0.84	0.91	0.05
	模型 3	1173	618	1.90	0.92	0.92	0.84	0.91	0.05

首先检验不同性别群体的结构稳定性情况。从表 5 可以看出，模型 1 与数据拟合较好，说明不同性别组，具有相同的二阶一因素模型结构；模型 2 与模型 1 是嵌套模型，两者相比，卡方值的差异为 $\Delta\chi^2=1163-1172=9$ ，自由度的差异 $\Delta df=617-592=25$ 。由于在 0.01 的显著性水平下，自由度为 25 时，卡方值为 9 没有达到显著差异，因此，对不同

性别组来说，测验中的项目具有相同的信度；在模型 2 的基础上，进一步在模型 3 中限定因素方差相等，模型 3 与模型 2 拟合卡方值的差异为 $\Delta\chi^2=1173-1172=1$ ，两个模型自由度之差为 1。由于在 0.01 的显著性水平下，自由度为 1 时，卡方值 1 没有达到显著差异。因此，对不同性别组来说，因素方差相等。通过上面三个模型拟合结果的分析，可

以得到对于不同性别的学生来说, 数学自我效能问卷具有相同的测量结构、相等的项目因素载荷和潜变量方差。

表6 不同年级学生对应不同模型的拟合结果

项目	模型	χ^2	df	χ^2/df	IFI	CFI	NFI	TLI	$RMSEA$
年级	模型 1	1323	592	2.24	0.93	0.92	0.87	0.92	0.06
	模型 2	1340	617	2.17	0.93	0.93	0.87	0.92	0.06
	模型 3	1343	618	2.17	0.93	0.93	0.87	0.92	0.06

检验不同年级群体的结构稳定性情况。从表6可以看出, 模型1与数据拟合较好, 说明不同年级组, 具有相同的二阶一因素模型结构; 模型2与模型1相比, 卡方值的差异为 $\Delta\chi^2=1340-1323=17$, 自由度的差异 $\Delta df=617-592=25$ 。由于在0.01的显著性水平下, 自由度为25时, 卡方值17没有达到显著差异。因此, 对不同年级组来说, 测验中的项目具有相同的信度; 在模型2的基础上, 进一步在模型3中限定因素方差相等, 模型3与模型2的拟合卡方值差异为 $\Delta\chi^2=1243-1240=3$, 两个模型自由度之差为1。由于在0.01的显著性水平下, 自由度为1时, 卡方值3没有达到显著差异, 因此, 对不同年级组来说, 因素方差相等。通过上面三个模型拟合结果的分析, 可以发现对不同年级的学生来说, 数学自我效能问卷具有相同测量结构、相等的项目因素载荷和潜变量方差。

3.3.3 效标效度

效标效度也是检验问卷效度的指标之一。Schwarzer等于1981年开始编制的一般效能量表, 目前在国际上广泛使用。第一份中文版本来自于香港Zhang在1995的研究, 后在国内的研究中又得到验证^[10]。以此量表作效标之前, 针对中学生的特点对题目的译法做了部分修改, 在所有项目前加入“数学”两字, 并请英译专家进行字词方面的审订。此后, 又在两次预测试中进行项目译法的再次审核与修改。

表7 数学自我效能问卷的效标效度

	分问卷1	分问卷2	分问卷3	总问卷
效标效度	0.70	0.74	0.70	0.77

由表7可以看出, 以Schwarzer的一般效能量表做效标, 本数学自我效能问卷的效标效度值达到

0.70以上。其中, 最能体现问卷质量的总问卷效标效度最高, 达到了0.77, 这说明本问卷具有较好的效标效度。

4 讨论

从结果中可以看出, 初中生的数学自我效能也是一个多层面、多维度的概念, 其主要包括日常生活中数学任务的自我效能、与数学有关课程的自我效能、与数学学业问题解决的自我效能三个维度, 且这三个维度又属于一般数学自我效能这个具有更强概括性与综合性的概念。这一方面说明了Hackett和Betz等人针对大学生与高中生所提出的数学自我效能的结构对于初中生群体依然成立, 另一方面与目前有关自我效能测量研究的假设相吻合^[11,12], 其主要意义在于从测量的角度深入阐明了初中生数学自我效能的多层面结构特点。进一步将不同学生特征样本进行比较, 其结果表明, 无论是不同性别学生群体, 还是不同年级学生群体, 此结构都具有较强稳定性。

上述结果对于当前初中生的数学自我效能培养具有重要的现实意义, 即数学自我效能的提高不仅仅是与数学学业情况有关, 还与将所学知识应用到日常生活中的数学任务情况、学习与数学相关课程的情况具有密切的关系, 后两者也应当受到同样的关注。同时应当看到的是, 总体来说, 我国初中生的数学自我效能处于一个较高的水平。补充访谈后发现, 当前学生普遍是独生子女, 家长与教师在新教育观念影响下, 对孩子多以鼓励为主的教育方式, 使得孩子普遍对自己具有较高的自我效能, 在数学效能这个特殊领域中也呈现出此现象。

考虑到升学压力与焦虑对数学自我效能的影响, 本研究没有能够在初三三年级学生群体中进行取样。因此在今后的研究中, 还需要扩大样本容量与代表性的基础上, 在初三三年级中进行补充测试, 这

是今后有待解决的问题。

5 结论

本研究建构了一个包含3个维度、26个项目的初中生数学自我效能问卷,此问卷具有多维度多层次的结构,具有较好的项目特性;此问卷具有较好的重测信度、同质性信度、结构效度与效标效度,可以作为评鉴我国初中生数学自我效能的可靠工具。

参 考 文 献

- 1 Hackett G, Betz N E. An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1998, 20 (3) : 261~273
- 2 Pajares F, Miller M D. Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 1994, 86 (2) : 193~203
- 3 Pajares F, Miller M D. Mathematics self-efficacy beliefs and mathematics outcomes: The need for specificity of assessment. *Journal of Counseling Psychology*, 1995, 42 (2) : 190~198
- 4 Kranzler J H, Pajares F. An exploratory factor analysis of the mathematics self-efficacy scale-revised (MSES-R) . *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 1997, 29 (4) : 215~228
- 5 Ingrid L N, Kathileen A M. Psychometric data on the mathematics self-efficacy scale. *Educational and Psychological Measurement*. 2003, 63 (1) : 128~138
- 6 Nietfeld J L, Schraw G. The effect of knowledge and strategy training on monitoring accuracy. *Journal of Educational Research*, 2002, 95 (3) : 131~142
- 7 李晓东, 张炳松. 初二学生目标取向、自我效能及学习成绩与学业求助的关系. *心理发展与教育*, 2000, 16 (4) : 31~37
- 8 何先友. 小学生数学自我效能、自我概念与数学成绩关系的研究. *心理发展与教育*, 1998, 14 (1) : 45~48
- 9 Pajares F. Current directions in self-efficacy research. In Maehr M & Pintrich P R. *Advances in Motivation and Achievement*. Greenwich, CT: JAI Press. 1998: 1~49
- 10 王才康, 胡中锋, 刘勇. 一般自我效能感量表的信度和效度研究. *应用心理学*, 2001, 7 (1) : 37~40
- 11 Deemer M. An investigation of the factor structure of the teacher efficacy scale. *Journal of Educational Research*, 1999, 93 (1) : 3~10
- 12 Henson R K. Teacher self-efficacy: Substantive implications and measurement dilemma. Keynote address given at the Educational Research Exchange, Texas A & M University, 2001

DEVELOPMENT OF THE MATHEMATICS SELF-EFFICACY SCALE FOR JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Zhang Yongmei

(Beijing Academy of Educational Sciences, Beijing 100031)

Abstract

Based on the literature about mathematics self-efficacy, the learning content and context of mathematics education in junior high school in China, the mathematics self-efficacy scale (MSE-S) was developed in this study. Starting from an investigation of 188 students and 53 mathematics instructors with open-ended questions, 44 items were selected for the primary scale. Those items were further tested with 479 students in a format of Likert scale, then 26 items in 3 subscales representing three domains of math-related behavior: math problems solving, completion of math tasks in daily life, and satisfactory performance in courses that require knowledge of mathematics were determined through confirmatory factor analysis and item analysis. The final scale was tested with 350 students, and the result indicated the MSE-S had good reliability and validity, and could be used as a reliable tool in measuring junior high school students for their mathematics self-efficacy.

Key words mathematics self-efficacy, scale, reliability, validity.