

高中生数学学习自我效能感评价模型和实证研究

王志祥^{1*}, 张加明²

¹淮阴师范学院数学与统计学院, 江苏 淮安

²江苏省淮海中学, 江苏 淮安

Email: *wzqiang@hytc.edu.cn

收稿日期: 2020年12月25日; 录用日期: 2021年1月19日; 发布日期: 2021年1月28日

摘要

本文基于因子分析方法, 建立了学生的数学学习自我效能感的评价模型, 并以淮安市淮海中学的高中学生作为研究对象进行了实证研究。利用学生的自我效能感的综合得分对相关的问题进行了分析。结果表明学生的数学成绩与学生学习的自我效能感正相关; 不同年级的学生的自我效能感没有明显差异; 学生的自我效能感存在性别差异; 不同的家庭教育氛围对学生的自我效能感的形成有显著影响。

关键词

自我效能感, 因子分析, 实证研究, 李克特量表

An Evaluation Model on Self-Efficacy of Senior High School Students in Mathematics Learning and an Empirical Study

Zhixiang Wang^{1*}, Jiaming Zhang²

¹School of Mathematics and Statistics, Huaiyin Normal University, Huai'an Jiangsu

²Jiangsu Huaihai Senior High School, Huai'an Jiangsu

Email: *wzqiang@hytc.edu.cn

Received: Dec. 25th, 2020; accepted: Jan. 19th, 2021; published: Jan. 28th, 2021

*通讯作者。

Abstract

Based on the method of factor analysis, this paper establishes an evaluation model on the students' self-efficacy in mathematics learning. An empirical study is conducted by taking students from Jiangsu Huaihai senior high school as subjects and related issues are analyzed by using the comprehensive scores of students' self-efficacy. The results suggest that there is a positive correlation between students' academic performance in math and their self-efficacy; there is no significant difference in self-efficacy of students from different grades; there is a significant difference between boys and girls in their self-efficacy; and different family education atmosphere has a significant effect on the formation of students' self-efficacy.

Keywords

Self-Efficacy, Factor Analysis, Empirical Study, Likert Scale

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

自我效能感这个概念是由美国著名心理学家班杜拉(Bandura)在 1977 年提出的[1]。他认为自我效能感是人类动因的中心机制,是人们行动的重要基础。自我效能感通过影响个体的认知过程、动机过程、情感过程和选择过程而调节人类活动[2]。

《普通高中数学课程标准(实验)》提出了数学教学中的三维目标:知识与技能;过程与方法;情感、态度、价值观。要求“提高学习数学的兴趣,树立学好数学的信心,形成锲而不舍的钻研精神和科学态度”[3]。其中的情感、态度、价值观属于非智力因素的范畴。非智力因素包括的范围比较广,对高中生而言,自我效能感是制约学生学业成绩的一种非常重要的非智力因素[4]。

俗话说“当事者靡,旁观者清”。学生是学习的主体,但是对于自己的自我效能感是什么样的水平可能并不清楚,老师作为旁观者,虽“清”,但可能也不知道学生的自我效能感是什么样的水平。如果学生知道自己的自我效能感的水平,那么就可以适时地调整自己的状态,端正自己的态度,及时改进学习策略,积极主动地参与到学习过程中来。如果教师了解了学生的自我效能感的水平,那么就可以及时干预,这样教师的主导作用才能真正地发挥出来。

本文基于因子分析方法,建立了学生的自我效能感的评价模型,并以淮安市淮海中学的高中部学生作为研究对象,设计了调查问卷,根据得到的数据进行实证研究。

2. 研究对象与方法

参照边玉芳博士的《学习自我效能感量表》[2]、倪颖丽《数学学习自我效能感调查问卷》[4]。征求数学教学方面的专家、老师的意见,结合学生的认知规律,设计形成了《高中生数学学习自我效能感调查问卷》,共 35 个问题,其中正向题 23 个,反向题 12 个。

以淮安市淮海中学高中的高一至高三学生为调查对象,进行问卷调查。共发放了 1000 份问卷,收回问卷 980 份,有效问卷 948 份,有效问卷占比 94.8%,部分观测数据参见文末的附录。

采用李克特 4 点量表形式, 各项目均为 1~4 级评分。对每个项目, 被试根据自己的实际情况回答“ A ”、“ B ”、“ C ”或“ D ”。评分时, 正向题“ A ”记 1 分, “ B ”记 2 分, “ C ”记 3 分, “ D ”记 4 分, 反向题“ A ”记 4 分, “ B ”记 3 分, “ C ”记 2 分, “ D ”记 1 分, 把所有 35 个项目的得分加起来除以 35 即为总量表得分, 得分越高表明该生的数学学习的自我效能感越强, 为方便计, 下面的叙述中的自我效能感指数学学习的自我效能感。

由于问卷中设置的变量较多, 变量间可能有相关性。因此先对变量进行因子分析, 抽取出若干因子, 算出因子得分, 进而得到每个学生的自我效能感的综合得分。由综合得分表明学生的自我效能感的强度。

3. 模型概述

设 $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)^T$ 为问卷中的 p 个变量构成的列向量, 变量之间不一定独立。用主成分分析法从 X 中抽取的 k 个因子构成的列向量为 $F = (f_1, f_2, \dots, f_k)^T$, 变量之间相互独立, 因子载荷矩阵为 $A = (a_{ij})_{p \times k}$ 。则本文的因子分析模型可表示为

$$X = AF + \varepsilon \quad (1)$$

其中, ε 为随机误差。

基于最小二乘意义的回归方法, 解上述模型, 可以得到各个因子的因子得分

$$F = WX \quad (2)$$

其中 $W = (w_{ij})_{k \times p}$ 为因子得分矩阵。

以因子的方差贡献率作为权重, 计算每个同学的自我效能感的综合得分, 计算公式为

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^k d_i} (d_1, d_2, \dots, d_k) F \quad (3)$$

并以此得分为依据对学生的自我效能感进行评价, 进一步地, 可以利用综合得分建立其它的统计分析模型。

4. 实证研究

将调查得到的 948 个个案输入电脑做成数据文件, 利用统计软件 SPSS [5] 求解模型。

4.1. 变量的相关性检验

变量之间是否存在一定的线性关系, 是是否能采用因子分析的前提, 为此, 借助于 Bartlett 球度检验和 KMO 检验方法进行分析。分析的结果如表 1。

Table 1. KMO and Bartlett's test

表1. KMO and Bartlett's 检验

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.883
	Approx. Chi-Square	8869.693
Bartlett's Test of Sphericity	df	595
	Sig.	0.000

由表1可知KMO的值为0.883根据Kasie给出的KMO度量标准可知原有变量适合进行因子分析。另一方面Bartlett球度检验的 p -值(Sig.)接近为零, 在显著性水平为0.01时仍然可以拒绝原假设, 认为相关系数矩

阵与单位矩阵有显著差异, 原有变量适合进行因子分析。

4.2. 因子的提取

如果在特征根大于1的条件下提取因子, 则此时的方差累积贡献率不超过60%, 因子代表原变量的信息较少。为此, 调整提取因子条件的特征值为0.728, 在此条件下, 可以提出16个因子: f_1, f_2, \dots, f_{16} , 因子的方差累积贡献率为72.056%基本代表了原变量的大部分信息。SPSS计算的结果如表2所示(在原表中截取了所需的部分)。

Table 2. Total variance explained
表2. 解释的总方差

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7.151	20.431	20.431	7.151	20.431	20.431	2.470	7.058	7.058
2	2.641	7.546	27.977	2.641	7.546	27.977	2.060	5.885	12.943
3	2.094	5.981	33.958	2.094	5.981	33.958	2.012	5.748	18.691
4	1.799	5.141	39.100	1.799	5.141	39.100	1.882	5.378	24.069
5	1.405	4.014	43.113	1.405	4.014	43.113	1.775	5.070	29.140
6	1.225	3.499	46.613	1.225	3.499	46.613	1.641	4.688	33.828
7	1.103	3.151	49.764	1.103	3.151	49.764	1.599	4.569	38.397
8	1.014	2.896	52.660	1.014	2.896	52.660	1.550	4.429	42.826
9	0.991	2.831	55.491	0.991	2.831	55.491	1.429	4.082	46.908
10	0.948	2.709	58.200	0.948	2.709	58.200	1.420	4.057	50.965
11	0.923	2.637	60.836	0.923	2.637	60.836	1.396	3.988	54.952
12	0.866	2.473	63.310	0.866	2.473	63.310	1.367	3.905	58.857
13	0.802	2.293	65.602	0.802	2.293	65.602	1.276	3.647	62.504
14	0.783	2.238	67.840	0.783	2.238	67.840	1.178	3.366	65.870
15	0.748	2.136	69.977	0.748	2.136	69.977	1.131	3.232	69.102
16	0.728	2.079	72.056	0.728	2.079	72.056	1.034	2.953	72.056

4.3. 因子得分及自我效能感的综合得分

利用SPSS计算得到因子得分 f_1, f_2, \dots, f_{16} 。进一步地, 以因子载荷矩阵后的因子的方差贡献率作为权重, 计算学生的自我效能感的综合得分, 利用非标准化的因子得分得到的综合得分的计算公式为:

$$\begin{aligned}
 D = \frac{1}{72.056} & \left(\sqrt{7.151} \times 20.431 f_1 + \sqrt{2.641} \times 7.546 f_2 + \sqrt{2.094} \times 5.981 f_3 + \sqrt{1.799} \times 5.141 f_4 \right. \\
 & + \sqrt{1.405} \times 4.014 f_5 + \sqrt{1.225} \times 3.499 f_6 + \sqrt{1.103} \times 3.151 f_7 + \sqrt{1.014} \times 2.896 f_8 \\
 & + \sqrt{0.991} \times 2.831 f_9 + \sqrt{0.948} \times 2.709 f_{10} + \sqrt{0.923} \times 2.637 f_{11} + \sqrt{0.866} \times 2.473 f_{12} \\
 & \left. + \sqrt{0.802} \times 2.293 f_{13} + \sqrt{0.783} \times 2.238 f_{14} + \sqrt{0.748} \times 2.136 f_{15} + \sqrt{0.728} \times 2.079 f_{16} \right) \quad (4)
 \end{aligned}$$

利用学生的自我效能感的综合得分, 攻取学生的得分排名, 可以有的放矢、因材施教, 针对不同的学生的情况制定提高自我效能感的策略。

4.4. 利用因子综合得分建立分析模型

由于因子之间基本不相关, 因此利用因子综合得分更能反映学生自我效能感的真实情况。我们可以利用学生的自我效能感的综合得分进行进一步的数据建模分析。

4.4.1. 数学成绩与自我效能感的相关分析

我们对高一年级的7~8两个班的学生统计了第一学期的期终测试成绩, 同时计算了两个班学生的自我效能感的综合得分。进行期终成绩与自我效能感的相关分析, 分析结果如表3所示。

Table 3. Correlations

表3. 相关性

		数学成绩	综合得分
	Pearson Correlation	1	0.674
数学成绩	Sig. (2-tailed)		0.000
	N	106	106

相关性检验 p -值约等于0, 取显著性水平为0.01时仍然拒绝原假设, 因此“数学成绩”与“综合得分”之间是相关的。Pearson相关系数为0.674, 说明相关程度一般, 且成正相关。结果说明数学的学业成绩除了受自我效能感影响外还受其它因素的影响。但结果也充分说明了, 提高学生自我效能感能有效地提高学生的数学成绩。

4.4.2. 不同年级学生自我效能感的非参数检验

我们首先考察整体情况。对每个年级的“综合得分”进行单样本的非参数K-S检验, 结果如表4所示。由表4的分析结果 p -值(Asymp. Sig.)可知, 在取显著性水平为0.05的条件下, 三个总体不全服从正态分布。因此不适合使用方差分析。我们对三个年级的自我效能感的“综合得分”使用多样本的Kruskal-Wallis检验, 结果如表5所示。

Table 4. One-sample Kolmogorov-Smirnov test

表4. 单样本Kolmogorov-Smirnov检验

年级		综合得分
高一	N	407
	Test Statistic	0.055
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.005
高二	N	344
	Test Statistic	0.028
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.200
高三	N	197
	Test Statistic	0.040
	Asymp. Sig. (2-tailed)	0.200

Table 5. Kruskal-Wallis test for several independent samples

表5. 多独立样本的Kruskal-Wallis检验

	综合得分
Chi-Square	1.451
df	2
Asymp. Sig.	0.484

表5中, Kruskal-Wallis检验的 p -值(Asymp. Sig.)为0.484, 取显著性水平为0.05时, 我们认为三个年级的学生的自我效能感无显著差异。这个结论表明, 如果在高一年级就能有效地提高学生的自我效能感, 那么在接下来的学习中, 自我效能感不会产生显著的变化。在高一年级阶段非常重要。

其次, 我们对三个年级的学生对男生及女生的自我效能感分别进行非参数的Kruskal-Wallis检验, 检验结果见表6。结果表明无论是男生还是女生, 在显著性水平为0.05的条件下, 三年里的自我效能感都不会发生显著的变化。

Table 6. Kruskal-Wallis test for several independent samples (Two groups)

表6. 多独立样本的Kruskal-Wallis检验(分为两组)

性别		综合得分
女	Chi-Square	2.326
	df	2
	Asymp. Sig.	0.313
男	Chi-Square	1.294
	df	2
	Asymp. Sig.	0.524

4.4.3. 学生的自我效能感的性别差异

将学生分为男生组与女生组, 我们利用自我效能感“综合得分”研究自我效能感的性别差异。对变量“综合得分”进行两独立样本的Mann-Whitney U检验, 结果如表7所示。检验的 p -值(Asymp. Sig.)为0.000, 在显著性水平为0.05的条件下, 我们认为男生与女生的自我效能感存在显著差异。表8中的基本统计量也表示, 女生的平均水平低于整体平均值, 而男生的平均水平高于整体平均值。

Table 7. Mann-Whitney U test of two independent samples

表7. 两独立样本的Mann-Whitney U检验

	综合得分
Mann-Whitney U	87676.5
Wilcoxon W	182942.5
Z	-5.698
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000

Table 8. Group statistics

表8. 分组后统计量

	性别	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
综合得分	女	436	-0.1426	0.73991	0.03544
	男	512	0.1215	0.83619	0.03695

4.4.4. 家庭教育氛围对学生的自我效能感的影响

我们将家庭教育的氛围分为“民主”“专制”“严格”和“放任”四种, 对自我效能感的“综合得分”进行多独立样本的非参数假设检验, 结果如表 9 所示。在显著性水平为 0.05 的条件下, 可知不同的家庭教育氛围下的学生自我效能感存在显著差异。表 10 中的基本统计量表明, 在“民主”和“严格”两种教育氛围下的学生的自我效能感要高于其它两种教育氛围。

Table 9. Kruskal-Wallis test for several independent samples

表9. 多独立样本的Kruskal-Wallis检验

	综合得分
Chi-Square	12.189
df	3
Asymp. Sig.	0.007

Table 10. Descriptive statistics

表10. 描述性统计量

氛围	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
民主	634	0.0281	0.80144	0.03183
专制	46	-0.3508	0.76147	0.11227
严格	157	0.0339	0.76493	0.06105
放任	111	-0.0632	0.85877	0.08151

4.5. 结论与建议

利用公式(4), 通过计算得到每一位同学的非标准化的“综合得分”。利用综合得分可以对学生的自我效能感进行评价, 进一步地, 可以利用统合得分进行相关问题的建模分析, 得到如下基本结论:

- 1) 可以利用因子分析法对学生的自我效能感进行评价;
- 2) 学生的数学成绩与学生学习的自我效能感正相关;
- 3) 不同年级的学生的自我效能感没有明显差异;
- 4) 学生的自我效能感存在性别差异;
- 5) 不同的家庭教育氛围对学生的自我效能感的形成有显著影响。

根据以上的基本结论, 提出如下建议: 在高中一年级时就需要采取措施提高学生的数学学习自我效能感, 如增加学生的成功经验、引导学生正确归因、建立有效的激励机制和良好的学习氛围等。除此之外, 教师还要对个体的情况进行分类研究, 形成一些个性化的自我效能感提高方案, 多关注女生的数学学习的自我效能感的提升。引导学生家长形成民主的且严格要求的家庭氛围, 这对学生提高自我效能感有潜移默化的影响。

基金项目

江苏省教育科学“十三五”规划2017年度课题(D/2016/01/98)。

参考文献

- [1] Bandura, A. (1977) Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, **84**, 191-215.

<https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>

- [2] 边玉芳. 学习的自我效能[M]. 杭州: 浙江教育出版社, 2004: 1-2.
- [3] 中华人民共和国教育部. 数学课程标准[S]. 北京: 人民教育出版社, 2008: 10-11.
- [4] 倪颖丽. 高中生数学学习自我效能感的相关研究[D]: [硕士学位论文]. 吉林: 东北师范大学, 2012: 19.
- [5] 薛薇. 基于 SPSS 的数据分析(第三版) [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2014: 313-324.

附录

Table A1. A part of the observation data of the self-efficacy in mathematics learning and mathematics records questionnaire
表 A1. 数学学习的自我效能感与数学学业成绩的部分观测数据

年级	班级	数学成绩	学业水平	考试号	性别	教育方式	r1	r2	r3	...	r33	r34	r35
高一	7	102	良	000010701	男	民主	2	2	2	...	2	2	4
高一	7	68	差	000010702	女	放任	3	3	2	...	2	4	4
高一	7	106	良	000010703	女	严厉	1	2	1	...	3	4	4
高一	7	91	中	000010704	男	民主	3	2	3	...	3	2	3
高一	7	123	优	000010705	男	放任	2	3	3	...	3	3	2
高一	7	97	中	000010706	女	放任	2	2	2	...	2	3	4
高一	7	95	中	000010707	女	严厉	2	3	2	...	2	3	3
高一	7	102	良	000010708	男	民主	3	4	1	...	3	2	3
高一	7	110	良	000010709	女	民主	4	3	3	...	4	4	4
高一	7	102	良	000010710	男	民主	3	3	3	...	2	3	2
高一	7	99	中	000010711	女	民主	2	2	1	...	2	3	3