

教师资格和职业发展因素对学生数学成绩的影响: 一个跨文化比较

谢 敏¹ 辛 涛¹ 李大伟²

(1 北京师范大学应用试验心理北京市重点实验室, 北京 100875)

(2 北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室, 北京 100875)

摘 要 采用 TIMSS2003 中的数据, 应用混合模型, 比较香港、日本、瑞典和美国四个国家(地区)教师资格因素和职业发展因素对其学生数学学业成绩的影响。结果发现香港教师高学历和常有其他教师听课提高了学生成绩; 瑞典教师的性别、专业和参加数学教学方法方面的职业发展活动, 以及美国教师的专业和听其他教师讲课显著影响其学生成绩; 日本教师资格和职业发展因素对其学生成绩没有影响。

关键词 教师资格, 职业发展, 数学成绩, 混合模型。

分类号 B844.2

1 前言

影响学生学业成绩的因素一直是教育与心理学研究的重要问题。影响因素有很多, 依据 Bronfenbrenner 提出的“生态系统论”的观点, 可以从学生、教师和学校等层面来探讨。其中, 在学生层面和教师层面上国内外研究者已做了大量研究, 得到了丰富的研究成果。

一直以来, 研究者较多关注学生层面因素的影响, 已有研究表明学生的家庭背景^[12]、学习策略^[34]、学生班级集体效能、考试焦虑^[5]、以及学生对数学的态度^[67]、学习的动机^[89]和兴趣等对其数学学业成绩都有重要影响。

近年来, 教师层面的因素对学生学业成绩的影响日益受到广泛关注。如有研究表明, 作为教师素质的基本要素的年龄、性别、学历、教龄等资格变量并不能完全决定学生的学业成绩^[19], 但有研究者认为教师是否有教师资格证对学生成绩没有影响, 教师的学历类型和经历对学生成绩有明显的影响^[11]。另有研究者认为教师的学科知识^[12] (knowledge of subject matter) 和关于学科的知识^[13] (knowledge about subject matter) 以及学科教学知识^[14,15] 均对学生学业成绩有重要影响。

在教师层面的因素中, 关于教师职业发展活动

的影响也是研究热点之一, 如早期研究表明教师的职业发展经历可以帮助他们理解学生如何更好地学习数学, 教师的职业发展经历能够使他们有效地处理班上不同学生的需要, 从而提高学生学业成绩^[19]。近期有人更深入研究教师职业发展训练对一些具体方面的影响, 如有研究表明受过职业发展训练的教师所教学生在问题解决活动中的表现要显著好于未受过职业发展训练的教师所教的学生, 而且两组学生在问题解决行为上也存在显著差异。受过职业发展训练的教师所教学生显示出更强的数学自信心, 更倾向于认为数学是对现实世界的强有力的思考方式^[17]。最近 Vescio 等在对教师参加职业学习的影响研究的回顾后认为教师参加职业学习活动有助于提高教师职业知识和提高学生成绩^[18]。

但是, 教师职业发展因素中职业发展活动内容以及在校与其他教师的交流方式有多种, 其影响如何尚不清楚。因此, 本研究采用严格的国际比较教育研究 TIMSS2003 中美国、瑞典、日本和香港这四个国家(地区)的数据, 采用混合模型进行分析, 来深入探讨教师资格因素和职业发展因素与学生数学成绩的关系。

2 研究方法

2.1 数据来源

收稿日期: 2007-9-10

作者简介: 谢 敏, 女, 北京师范大学心理学院硕士研究生。

通讯作者: 辛 涛, 男, 北京师范大学发展心理研究所教授, 博士。Email: xintaobnu.edu.cn。

采用 TIMSS2003 的数据，原因如下：（1）TIMSS2003 的学生问卷和教师问卷有自身明确的构想，含有本次研究所需要的学生变量和教师变量；（2）TIMSS2003 测试的学生成绩是通过数学内容（数、代数、测量、几何和数据）和认知能力（知道事实和过程、使用概念、解决常规问题和推理）所获得，这对本研究来说具有一定的代表性；（3）由于其研究设计严谨、测试过程严格，因此其搜集到的数据具有很高的可靠性。

本研究所用数据均来自 TIMSS2003 官方网站（http://timss.bc.edu/timss2003i/PDF/t03_spss_1.zip，http://timss.bc.edu/timss2003i/PDF/t03_spss_2.zip）。

2.2 被试选择

选择了美国、瑞典、日本和香港八年级学生及其教师作为国际比较的对象，原因是：在国际比较研究中，美国作为最大的多文化的移民国家，其数据受到独有的重视；瑞典和日本分别是欧洲国家和东亚国家的代表，且其学生平均成绩在欧洲和东亚处于中等水平；香港的教学传统与中国大陆有一定的相似性，中国大陆没有参与 TIMSS2003 的研究，因此希望从

香港的数据中得到一些对中国有益的启示。

2.3 研究方法

选择了上述四个国家（地区）八年级的学生背景档案、教师背景档案和学生—教师链接档案。因变量是学生的数学成绩。自变量有两层，第一层是 4 个学生变量，包括年龄、性别、对数学的自信和对数学的态度；第二层是教师变量，包括 5 个教师资格因素和 8 个教师职业发展因素。教师资格因素包括教师的性别、教龄、受教育水平、数学专业和教师资格，教师职业发展因素包括教师职业发展活动内容和在校与其他教师交流方式，其中内容有 4 类：基本数学内容（包括数学内容和数学课程）、教学方法（包括数学教育/指导和数学评估）、将信息技术整合进数学中和改进学生的判断思维或问题解决技能；方式有 4 种：与在校其他教师讨论一个特殊的概念、集体备课、听其他教师讲课和其他教师听自己的课。通过分别控制学生—教师链接档案中的学生 ID 和教师 ID，链接学生背景档案和教师背景档案，并使学生 ID 唯一，班级 ID 与教师 ID 一一对应。

本研究有关变量的描述及编码方式见表 1。

表 1 自变量名称及其编码方式

变量	编码方式	备注
学生变量		
年龄	连续型	
性别	虚无编码，0- 女，1- 男	
对数学的自信	0- 2 编码，0- 低，2- 高	合成变量，原有 4 题，依学生得分均值而来
对数学的态度	0- 2 编码，0- 低，2- 高	合成变量，原有 7 题，依学生得分均值而来
教师资格因素		
性别	虚无编码，0- 女，1- 男	
教龄	连续型	
教育水平	1- 6 编码，6- 最高	
数学专业	0- 否，1- 是	
教师资格	0- 否，1- 是	合成变量，原题有 4 项，选第一项结果
教师职业发展因素		
内容		
基本数学内容	0- 2 编码，0- 未参加，2- 参加多	合成变量，由数学内容+数学课程组成
教学方法	0- 2 编码，0- 未参加，2- 参加多	合成变量，由数学教育/指导+数学评估组成
信息技术整合	0- 未参加，1- 参加	
改进学生判断思维/问题解决技能	0- 未参加，1- 参加	
方式		
讨论特殊概念	1- 4 编码，值越大，频率越高	
集体备课	1- 4 编码，值越大，频率越高	
听其他教师授课	1- 4 编码，值越大，频率越高	
其他教师听自己的课	1- 4 编码，值越大，频率越高	

所有数据通过 SPSS13.0 和 SAS9.0 统计软件进行处理。

3 研究结果

学生变量和教师变量的描述统计情况见表 3。

本研究所选择的四个国家（地区）的学生和教师人数统计情况见表 2。

3.1 学生变量和教师变量的描述统计情况

表 2 四个国家（地区）被试人数统计

	香港	日本	瑞典	美国
学生	4765	4856	4213	8912
教师	129	146	262	377

表 3 四个国家（地区）学生变量和教师变量的平均数和标准差（括号内为 SD）

	香港	日本	瑞典	美国
学生变量				
数学成绩	589.00 (69.20)	568.09 (79.03)	498.17 (70.92)	503.72 (79.31)
年龄	14.37 (0.89)	14.40 (0.32)	14.89 (0.35)	14.23 (0.46)
性别	0.50 (0.50)	0.51 (0.50)	0.50 (0.50)	0.48 (0.50)
对数学的自信	0.98 (0.79)	0.71 (0.73)	1.33 (0.73)	1.32 (0.78)
对数学的态度	1.26 (0.62)	0.95 (0.62)	1.20 (0.61)	1.49 (0.64)
教师资格因素				
性别	0.48 (0.50)	0.69 (0.46)	0.57 (0.50)	0.35 (0.48)
教龄	12.09 (8.85)	17.12 (8.65)	14.79 (12.34)	14.52 (10.24)
受教育水平	5.02 (0.63)	5.03 (0.22)	5.13 (0.90)	5.61 (0.49)
数学专业	0.62 (0.48)	0.80 (0.40)	0.66 (0.48)	0.47 (0.50)
教师资格	0.77 (0.42)	0.99 (0.09)	0.87 (0.34)	0.93 (0.25)
教师职业发展因素				
内容				
基本数学内容	1.24 (0.84)	1.06 (0.80)	0.77 (0.79)	1.67 (0.62)
教学方法	1.04 (0.80)	1.29 (0.75)	0.80 (0.79)	1.51 (0.70)
将信息技术整合进数学中	0.79 (0.41)	0.27 (0.44)	0.11 (0.32)	0.76 (0.43)
改进学生判断思维或问题解决技能	0.46 (0.50)	0.30 (0.46)	0.30 (0.46)	0.75 (0.43)
方式				
讨论如何讲授一个特殊概念	2.31 (0.74)	2.19 (0.89)	2.71 (0.86)	2.34 (0.89)
集体备课	1.92 (0.78)	1.78 (0.79)	2.52 (1.00)	2.34 (1.05)
听其他教师授课	1.28 (0.58)	1.37 (0.68)	1.18 (0.52)	1.18 (0.47)
其他教师听自己上课	1.21 (0.56)	1.32 (0.65)	1.25 (0.62)	1.26 (0.59)

从表 3 中可以看出学生数学成绩以香港最高，日本次之，且与美国和瑞典学生成绩之间存在较大差异，但均处于国际平均成绩（467）之上，这与 TIMSS2003 的官方报告显示的结果是一致的。学生年龄的均值亦与 TIMSS2003 官方报告一致。瑞典和美国学生对数学的自信较高，美国学生对数学的正面评价较高。

在教师变量上四个国家（地区）之间还存在一些差异。如香港教师的教龄最短，美国教师的受教育水平最高，日本教师基本上都拥有教师资格证。在参加教师职业发展活动内容方面，瑞典教师参加的最少，美国教师参加的最多，而与在校教师交流方式上，瑞典教师讨论如何讲授一个特殊概念和集

体备课较多，香港教师和日本教师集体备课较少，四个国家（地区）教师互相听课均较少。

3.2 零模型结果

为了更好地分析学生变量和教师变量对学生数学成绩的影响，根据混合模型原理，将学生变量设置为第一层变量，教师变量设置为第二层变量。首先建立零模型，分析在不加入任何预测变量的情况下教师间变异对总变异的贡献率。结果见表 4。

从表 4 可以看到四个国家（地区）的教师间变异占总变异的的比例分别是 58%、14%、46%和 56%，教师间变异均达显著水平。

3.3 完整模型结果

将学生变量，教师资格因素和职业发展因素加

入到模型中建立完整模型，各个变量对学生数学成绩的影响结果见表 5。

表 4 四个国家（地区）零模型结果

因变量	香港		日本		瑞典		美国	
	教师间	教师内	教师间	教师内	教师间	教师内	教师间	教师内
数学成绩	2991.63 (382.72)	2162.75 (44.93)	846.60 (116.82)	5333.82 (109.86)	2548.45 (251.76)	2933.42 (66.10)	3729.38 (286.25)	2875.38 (44.03)

表 5 四个国家（地区）学生变量与教师变量对学生数学成绩的影响

效应类型	香港		日本		瑞典		美国	
	系数	标准差	系数	标准差	系数	标准差	系数	标准差
固定效应								
截距	483.39***	56.04	399.27***	87.10	490.10***	41.64	631.24***	46.52
学生变量								
年龄	-2.75***	0.77	4.36	3.19	-7.89***	2.40	-11.91***	1.38
性别	0.13	1.55	-8.85***	2.05	-7.66***	1.68	0.90	1.22
对数学的自信	23.57***	0.93	44.13***	1.47	38.51***	1.24	26.38***	0.86
对数学的态度	7.04***	1.17	13.57***	1.71	2.58	1.46	0.85	1.03
教师资格因素								
性别	-18.01	10.74	-8.76	6.43	14.59*	6.35	11.95	3.83
教龄	1.18	0.65	0.07	0.35	-0.49	0.26	0.41	0.34
受教育水平	18.32*	8.73	14.18	12.82	6.62	4.09	3.07	6.99
数学专业	1.34	11.20	0.88	7.62	19.57**	6.46	16.23**	6.69
教师资格	-7.10	13.58	19.17	32.25	6.00	10.10	-13.46	13.56
教师职业发展因素								
内容								
基本数学内容	1.61	7.86	2.41	4.34	-3.32	5.11	-4.32	6.52
教学方法	1.69	8.99	-6.18	4.77	11.44*	5.65	-0.57	6.10
信息技术整合	7.82	13.52	-4.94	7.39	1.48	11.11	2.14	8.09
改进学生判断思维/问题解决技能	-9.88	10.84	10.32	7.33	-2.26	7.99	-4.91	9.44
方式								
讨论特殊概念	0.82	8.33	0.27	3.92	-1.42	4.45	3.37	4.98
集体备课	2.75	7.78	-2.30	4.69	6.49	3.86	-0.06	4.11
听其他教师授课	-19.50	11.74	-3.41	6.07	2.89	6.86	-20.40**	7.17
其他教师听自己上课	23.62*	12.78	-5.87	6.19	-6.30	6.13	7.65	5.68
随机效应								
教师间	2611.57***	378.38	873.49***	131.79	1786.17***	200.01	2937.32***	258.62
教师内	1750.49***	39.01	4035.51	90.08	2200.23***	54.80	2429.89***	41.71

注：* $p<0.05$ ，** $p<0.01$ ，*** $p<0.001$ ，以下同。

结合表 5 可以看出，加入了第一层学生变量后香港、日本、瑞典和美国的教师内变异均有一定程度的下降，下降比例分别是 19%、24%、25%和 15%。香港、瑞典和美国学生在年龄方面均表现为年龄越大其数学成绩越差（ $\beta_1=-2.75^{***}$ ， $\beta_2=-7.89^{**}$ ， $\beta_3=-11.91^{***}$ ）。四个国家（地区）学生在数学自信方面均表现为对数学越自信其数学成绩越好（ $\beta_1=23.57^{***}$ ， $\beta_2=44.13^{***}$ ， $\beta_3=38.51^{***}$ ， $\beta_4=26.38^{***}$ ）。在香港和日本，对数学正面评价越高

的学生其数学成绩越好（ $\beta_1=7.04^{***}$ ， $\beta_2=13.57^{***}$ ）。在日本和瑞典，女生成绩要好于男生成绩（ $\beta_1=-8.85^{***}$ ， $\beta_2=-7.66^{***}$ ）。

加入了第二层教师变量后香港、瑞典和美国的教师间变异出现了不同程度的下降，下降比例分别是 13%、30%和 21%，但日本的教师间变异没有降低，反而有所增加（约 3%）。总的来说，教师的性别、教龄、受教育水平、专业和教师资格等教师资格因素对学生数学成绩的预测力较弱。在这些因

素中, 香港教师的受教育水平影响显著 ($\beta = 18.32^*$), 表现为教师的受教育水平越高, 其学生的数学成绩越好。在瑞典和美国教师中, 是否数学专业影响非常显著 ($\beta_1 = 19.57^{**}$, $\beta_2 = 16.23^{**}$), 均表现为数学专业的教师所教学生的数学成绩要好于非数学专业。瑞典男教师所教学生的数学成绩要好于女教师 ($\beta = 14.59^*$)。

在教师职业发展活动内容中, 瑞典教师参加教学方法方面的职业发展活动显著提高其学生数学成绩 ($\beta = 11.44^*$)。在交流方式中, 美国教师听其他教师授课显著降低了其学生数学成绩 ($\beta = -20.40^*$), 在香港其他教师听课的频率越高, 学生的数学成绩越好 ($\beta = 23.62^*$)。基本数学内容、将信息技术整合进数学中和改进学生判断思维/问题解决技能三方面的职业发展活动以及与在校其他教师讨论如何讲授一个特殊的概念和集体备课两种交流方式对香港、日本、瑞典和美国学生数学成绩均无显著影响。总的来说, 由教师职业发展活动内容和在校教师交流方式组成的教师职业发展因素对学生数学成绩的预测力较弱。

4 讨论

4.1 学生变量的影响

学生对数学的自信心越高, 其数学成绩越好, 这与人研究结果是一致的。但是学生对数学的态度只在香港和日本产生了显著影响, 而从表3可以看出, 香港学生对数学的正面评价并不是最高的, 最高的是美国, 但是美国学生对数学的高评价并没有带来其数学成绩的提高。根据TIMSS的研究, 美国八年级的数学教学内容只相当于其他国家的七年级水平, 在这种低要求下, 学生学习数学比较轻松, 因此对数学的正面评价会比较高, 但也不会提高其数学成绩。香港学生与中国大陆学生相似, 只有对数学没有学习困难、学有余力、对数学有兴趣、不厌恶数学的学生才能学好数学。

4.2 教师资格和职业发展因素的影响

教师的性别、教龄、受教育水平、专业和教师资格等教师资格变量对学生数学成绩的预测力较弱, 这与Xin等人的研究结果一致^[10]。教师的受教育水平仅在香港对学生成绩有显著影响, 这可能与香港教师岗前的教学实践经历有关, 香港教师的岗前教学实践经历和良好的学习成绩是其取得不同水平学历证书的前提。数学专业的教师在瑞典和美

国均对其学生成绩产生显著影响, 这可能与美国和瑞典重视教师的“专业化”有关。总体来说教师资格变量对这几个国家(地区)学生的数学成绩的预测力是比较弱的。

在教师参加职业发展活动内容中, 教学方法方面对瑞典学生的数学成绩的影响达到显著, 这可能是因为瑞典在过去的15年时间里一直采用的是程序教学法, 很少有师生间的交流, 因此尽管瑞典是一个非常富裕的国家, 但其学生的数学成绩也不是很好。瑞典教育界已经开始认识到教师的指导作用和学生的交流作用的重要性, 因此在瑞典, 教师参加教学方法方面(包括数学教育/指导和数学评估)的职业发展活动能有效地提高学生的数学成绩。在交流方式中, 常有其他教师听其课的香港教师显著提高其学生数学成绩, 这可能是因为, 教师上课太多, 基本上没有集体备课、教研活动、继续教育和教师合作, 因此其他各项教师职业发展活动内容和方式均未能显著提高其学生数学成绩, 但若常有其他教师听其课, 则该教师势必需要更全面更深入地去备课和讲课, 因此学生掌握知识更全面更深入, 有利于提高其数学成绩。但在美国, 听其他教师授课较多的教师所教学生数学成绩较差, 且达到了显著水平, 这部分教师占有样本教师的3.6%, 进一步分析发现这一部分教师的平均教龄仅为2.32年, 而在其它三个国家(地区)中都没有发现这样的现象, 那么, 是否是由于这部分教师尚处于入职适应期, 自身学科知识和教育学知识等不能较好地应用于实践, 导致所教学生成绩较差, 所以需要经常去听其他教师授课呢? 这需要进一步的研究和分析。

在本研究中, 日本的教师资格因素和职业发展因素对其学生的数学成绩的影响均不显著。在零模型中亦可看出, 日本学生数学成绩的差异主要来自学生自身的一些因素, 与教师因素关系不大。在日本, 教师只传授基本知识和技能, 绝大多数学生会课后参加补习班或寻求个别辅导, 因此学生自身的一些因素更能解释其数学成绩之间的差异。而在加入了教师资格和职业发展因素后日本的教师间变异反而比未加入这些变量时要微小一些, 这是因为在SAS混合模型中教师间变异与教师内变异同时进行估计, 而教师变量的影响原本极低, 教师资格和职业发展因素无一对学生数学成绩产生影响, 教师间变异的估计值在较小范围内波动亦属正常。

5 结论

总的来说, 教师资格变量再次证明不能完全决定学生的学习成绩, 香港教师高学历和常有其他教师听课提高了学生成绩; 瑞典教师的性别、专业和参加数学教学方法方面的职业发展活动, 美国教师的专业和听其他教师讲课显著影响其学生成绩; 日本教师资格和职业发展因素对其学生成绩没有影响。

参 考 文 献

- 1 Wang D B. Family background factors and mathematics success: A comparison of Chinese and US students. *International Journal of Educational Research*, 2004, 41 (1) : 40~54
- 2 孙越, 孙莅野. 家庭环境与儿童学业成绩的关系分析. *教育探索*, 2001, 5: 67~68
- 3 谷生华, 辛涛, 李荟. 初中生学习归因、学习策略与学习成绩关系的研究. *心理发展与教育*, 1998, (2) : 21~25
- 4 甘诺, 陈辉. 中学生学习策略、学习动机与学业成就的相关研究. *上海教育科研*, 2006, 7: 36~38
- 5 高峰强, 王鹏, 刘玉, 李世海. 学生班级集体效能、考试焦虑和学业成绩的 SEM 研究. *心理科学*, 2006, 29 (5) : 1132~1136
- 6 沈德立, 李洪玉等. 中小学生的智力、学习态度与其数学学业成就的相关性研究. *天津师范大学学报 (基础教育版)*, 2000, 1 (2) : 1~5
- 7 赵鹏程, 杨伊生. 小学生数学学习态度的调查研究. *内蒙古师范大学学报 (教育科学版)*, 2007, 20 (2) : 102~104
- 8 黄焕萍. 论数学学习动机的培养激发. *广西民族学院学报 (自然科学版)*, 1999, 5 (3) : 56~58
- 9 张树东. 成就动机、家庭影响力及学业成就的关系研究. *教育学报*, 2007, 3 (1) : 59~65
- 10 Xin T, Xu Z, Tatsuka K. Linkage between teacher quality, student achievement and cognitive skills: A rule space model. *Studies in Educational Evaluation*. 2004, 30 (3) : 205~223
- 11 Croninger R G, Rice J K, Rathbun A, et al. Teacher qualifications and early learning: Effects of certification, degree, and experience on first-grade student achievement. *Economics of Education Review*, 2007, 26 (3) : 312~324
- 12 Hill H C, Rowan B, Ball D L. Effects of Teachers' mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. *American Educational Research Journal*, 2005, 42 (2) : 371~406
- 13 Santibanez L. Why we should care if teachers get A's: Teacher test scores and student achievement in Mexico. *Economics of Education Review*. 2006, 25 (5) : 510~520
- 14 Larson B E. Classroom discussion: A method of instruction and a curriculum outcome. *Teaching and Teacher Education*. 2000, 16 (5-6) : 661~677
- 15 李琼, 倪玉菁. 教师变量对小学生数学学习成绩影响的多水平分析. *教师教育研究*, 2006, 18 (3) : 74~80
- 16 Gill A J, Thompson A. Bridging second-grade children's thinking and mathematical recording. *Journal of Mathematical Behavior*. 1995, 14 (3) : 349~362
- 17 Schorr R Y. Impact at the student level: A study of the effects of a teacher development intervention on students' mathematical thinking. *Journal of Mathematical Behavior*. 2000, 19 (2) : 209~231
- 18 Vescio V, Ross D, Adams A. A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning. *Teaching and Teacher Education*. 2008, 24 (1) : 80~91

EFFECTS OF TEACHERS' QUALIFICATION AND PROFESSIONAL DEVELOPMENT FACTORS ON THEIR STUDENTS' MATHEMATICAL ACHIEVEMENTS: A CROSS-CULTURE COMPARISON

Xie Min¹, Xin Tao¹, Li Dawei²

(1 Developmental Psychology Institution of Beijing Normal University, Beijing 100875; 2 State Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Learning, Beijing 100875)

Abstract

Through applying mixed model to analyze the Trends of International Mathematics and Science Study (TIMSS) 2003 data, the effects of teachers' qualification and professional development factors on their students' mathematical achievements of Hong Kong, Japan, Sweden and the United States were compared. The results indicated that teachers in Hong Kong with high educational level or usual informal observations of his/her classroom by other teachers improved their students' mathematical achievements evidently; the gender and major of teachers in Sweden and their participation in professional development activities about mathematical teaching methods, the major of teachers in the United States and their usual visiting other teachers' classroom to observe his/her teaching all had notable effects on their students' achievements, but in Japan, teachers' qualification and professional development factors had no effects on their students' achievements.

Key words teacher qualification, professional development, mathematical achievement, mixed model.