

课堂信息技术使用对学生数学学业成绩的影响

——基于 PISA2012 数学机试数据的实证研究

◆ 林子植 胡典顺

[摘 要] 国际学生评估项目 (PISA) 2012 年首次引入数学机试, 利用其测试数据, 探寻课堂信息通信技术 (ICT) 使用对学生数学机试成绩的影响机理。根据背景问卷, 将课堂 ICT 使用分为教师与学生使用两个自变量; 根据机试试题, 引入数学素养和利用 ICT 工具解决数学问题能力 (简称数学 ICT 能力) 两个中介变量, 将学生数学机试成绩作为因变量, 建立结构方程研究影响机理。结果表明: 教师课堂 ICT 使用, 对学生数学素养和机试成绩均有显著的正向作用, 使用动态几何软件效果更佳。学生课堂 ICT 使用, 对学生数学素养有着显著的负向作用, 对数学 ICT 能力有显著的正向作用, 正负效果抵消的遮掩效应导致对机试成绩影响不显著。总的来说, 教师和学生的共同使用效果同样存在正负抵消的遮掩效应导致对机试成绩影响不显著。为此, 提出教学建议: 提倡教师课堂 ICT 使用, 谨慎对待学生课堂 ICT 使用, 发挥动态几何软件的优势, 改进学生数学 ICT 能力评价方式, 高度融合 ICT 与数学课程教学。

[关键词] PISA 数学机试; 课堂信息技术使用; 遮掩效应; 数学课堂教学

[中图分类号] G434

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-4808 (2018) 12-0070-07

21 世纪以来, 教育信息技术事业发展如火如荼, 在数学教育领域, 信息技术一步一步地走进了其中心舞台——课堂教学。但数学课堂上信息通信技术 (简称 ICT) 的实际使用效果究竟如何, 又是怎样影响着学生的数学学业成绩, 需要利用科学的研究方法予以客观的分析和探讨。

一、争议不断: 数学课堂教学是否需要信息技术

课堂 ICT 使用对学生数学学业成绩的影响一直都是学界富有争议的一个课题。最具代表性的是罗伯特·罗南 (Robert N. Ronau) 等的研究成果, 2014 年他们对美国 1968—2009 年研究数学教育中信息技术使用的论文做了一次全面的调查和研究, 认为信息技术的使用, 对学生的学业成绩产生的影响有正有负, 但很难下定论。^[1] 本文综合分析国内外相关文献, 总结有关信息技术使用对

学生数学学业成绩影响的代表性研究结论, 与罗南的研究结果类似, 主要有如下三种。

(一) 正向影响

首先是信息技术使用对学生数学学业成绩有着正向影响。如辛涛等通过调查北京市 24 所中学的课堂 ICT 使用情况后发现, 学生课堂 ICT 使用率越高其数学成绩越好。^[2] 郭衍等通过调查我国 55 名教师和 2000 多名学生的 ICT 使用效果后得出, 数学教师的信息技术环境下教学知识 (简称 TPACK) 对学生学业成绩有着显著的促进作用, 并且对几何的作用大于代数, 但课堂上过度地使用 ICT 会阻碍学生的学业成绩。^[3] 斯科里宾·马克西 (Skryabin Maxim) 等综合分析了三大国际评估项目的数据: 国际数学和科学评测趋势 (TIMSS 2011)、国际阅读素养进展研究 (PIRLS 2011) 和国际学生评估项目 (PISA2012), 利用层次线性模型建模得出, 去除经济、社会、文化和职业

林子植/华中师范大学数学与统计学学院博士研究生, 江西科技师范大学数学与计算机科学学院讲师 (湖北武汉 430079); 胡典顺/华中师范大学数学与统计学学院教授, 博士生导师 (湖北武汉 430079)。

(ESCS) 背景因素的影响之后, 信息技术使用对学生数学素养有显著的正向影响。^[4]

(二) 无影响或负向影响

另一种观点完全相反, 认为没有明显的作用甚至有着负向的影响。此观点最具代表性的是经济合作与发展组织 (简称 OECD) 2015 年 9 月 15 日发表题为 “Students, Computers and Learning: Making the Connection” 的研究报告,^[5] 顾小清教授将报告题目翻译为 “创造技术与学习之间的连接”。^[6] 报告主要以 PISA2012 机试数据为依据, 通过定性和定量研究, 得出一个最重要的结论 “课堂上使用计算机教学并未能显著提高学生的学业成绩。” 这引起学界和媒体的关注, 人民网、香港《文汇报》和 BBC 等媒体都给予了转载。与此类似, 法尔克·奥利弗 (Falck Oliver) 等研究 TIMSS 的数据后发现, 信息技术使用与学生数学成绩没有显著相关性。^[7] 马基·斯蒂芬 (Machi Stephen) 等通过调查后发现, 信息技术资源投入对英国小学六年级学生的数学考试成绩的影响并不显著。^[8] 安格瑞斯特·约书亚 (Angrist Joshua) 等研究以色列的一项有关信息技术政策的实施效果后发现, 信息技术使用对四年级学生数学成绩产生显著的负向影响。^[9]

(三) 影响效果取决于其他控制条件

西蒙那·洛雷那·科米 (Simona Lorena Comi) 等研究了 ICT 相关的数学教学活动对意大利学生成绩的影响效果时发现, 当教师良好地控制学生的 ICT 行为时, ICT 的使用对学生数学学业成绩有着正面影响, 反之, 就会产生负面影响, 实际效果取决于教师整合 ICT 和数学教学的方式方法。^[10] 我国台湾地区两位学者则对 PISA2012 提供的数据, 进行了深入的量化分析。张雨恬认为: 学生课堂上计算机的使用对学生的数学素养表现有着负面的影响, 但是学生使用计算机的态度越好, 其数学素养的表现也就越好。^[11] 杨洁也得出类似的结论, 他认为越经常使用计算机的学生, 数学素养越差; 而学生的自我调节能力越强, 数学素养越佳。^[12] 但是态度和自我调节能力等心理因素较难量化和控制, 影响权重也相对较小, 缺乏实际的指导价值。

综观上述研究, 课堂 ICT 使用对学生数学学业成绩的影响是正是负还是无, 很难定论。更令人困惑的是, 同样对于 PISA2012 数学测试的数据, 不同的研究方法得到的结论大相径庭, 所以

需要进行更加客观和科学的研究。同时, 已有的研究也没有从教师和学生两个维度去综合分析课堂 ICT 使用对学生学业成绩的影响。教师和学生数学课堂 ICT 使用分别给学生带来什么样的影响, 综合的使用效果如何, 这些问题都值得进一步的研究。

从已有的研究也可以看出, 除了采用 PISA2012 数学机试的数据外, 大部分调查研究都以传统的纸笔测验成绩来衡量学生的数学素养。但是随着时代的发展, 数学素养的内涵不断丰富, OECD 的测试框架中提出 “21 世纪的数学素养应该包含使用计算机解决数学问题的能力”^[13], 并引入数学机试测量学生使用计算机解决数学问题的能力 (数学 ICT 能力)。纸笔测验的成绩不能适应数学素养内涵的发展, 进而采用数学机试成绩来衡量学生 21 世纪的数学素养。PISA2012 数学机试不仅提供了学生数学 ICT 能力的测评数据, 还提供了不包含 ICT 能力的普通数学素养的测评数据, 并且这些数据具有高信度、高效度和大样本性质, 有利于进行科学而客观的研究。本研究以 PISA2012 数学机试数据为基础, 建立统计模型, 试图通过回答以下两个问题厘清课堂 ICT 使用对学生学业成绩的影响机理:

问题一: 教师和学生课堂 ICT 使用分别怎样影响学生的数学学业成绩? 分别产生什么样的影响? 师生共同使用的效果如何?

问题二: 课堂上哪些种类的 ICT 活动可以正向促进学生的数学学业成绩? 进而提倡哪些种类的数学教育软件进入数学课堂?

二、研究设计: 寻找客观的研究数据和研究方法

(一) 数据来源

2012 年, 数学重新成为 PISA 的主试学科, 并提供了可选的数学机试, 基于计算机的数学素养测试并不是简单将纸质试题电子化, 而是测量学生利用信息技术解决数学问题的能力 (数学 ICT 能力) 和数学素养, 以评价学生的 21 世纪数学素养。32 个国家 (地区) 的学生参加了基于计算机的数学素养测试。本研究以 OECD 官方公布的 PISA2012 数学机试数据为基础, 利用背景问卷数据和学生数学机试成绩进行统计建模, 研究课堂信息技术的使用对学生数学学业成绩的影响。

(二) 研究方法

首先,确定课堂信息技术的相关变量设置和量化方法。根据 PISA2012 的评价框架,数学机试在背景问卷中设立了如下 7 个有关数学课堂 ICT 技能的问题,调查学生和教师数学课堂 ICT 使用情况: (T1) 画函数图像; (T2) 数值运算 (例如计算: $5 \times 233/8$); (T3) 构造几何图形 (例如给定边长,画一个等边三角形); (T4) 在电子表格中输入数据; (T5) 代数公式运算和解方程; (T6) 画直方图; (T7) 利用参数动态控制函数图形变化 (例如控制参数 a , 观察函数的图像变化)。^[5]在每种技能对应的题目上,要求学生在三个选项中选择: 学生会这样做; 只有教师这样做; 都没有这样做。所以本文将课堂 ICT 使用分为教师课堂 ICT 使用和学生课堂 ICT 使用两个自变量,研究两者对学生数学学业成绩的单独使用效果和共同使用效果。

其次,分析影响学生数学机试成绩的直接作

用变量。PISA2012 数学机试允许学生携带纸笔答题,并将试题分为两类。^[13]第一类试题是纸笔试题的电子版,这些题目不需要计算机作为工具求解,利用传统的方法即可,学生在这类题目中的表现完全由学生的数学素养决定;第二类试题需要利用 ICT 技能求解,或者可以利用 ICT 工具降低解题的难度,学生在这一类题目中的表现由学生的数学素养和数学 ICT 能力共同决定。所以,直接影响学生数学机试成绩的是学生数学素养和数学 ICT 能力这两个变量,学生的这两类能力表现数据均可在 OECD 的官网中获取。^[5]

通过以上分析可得,学生数学素养和数学 ICT 能力两个中介变量直接作用于因变量学生数学机试成绩,教师课堂 ICT 使用和学生课堂 ICT 使用两个自变量直接作用于中介变量。变量的关系可见图 1 的结构方程。

获取每个变量的量化数据之后,计算结构方程中 5 个变量之间的两两相关系数,结果见表 1。

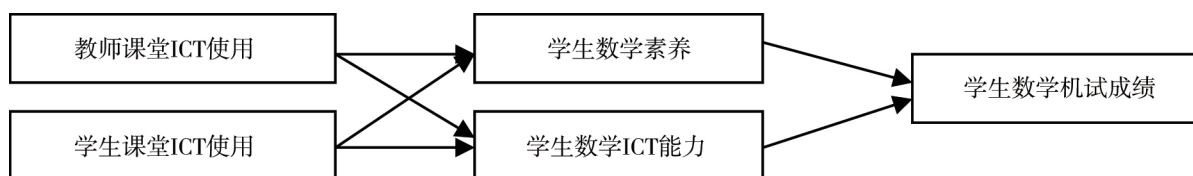


图 1 预设的结构方程

表 1 结构方程中各变量之间的两两相关系数

	数学机试成绩	学生数学素养	学生数学 ICT 能力	学生课堂 ICT 使用	教师课堂 ICT 使用
数学机试成绩	1	0.937**	0.410*	-0.254	0.536**
学生数学素养	0.937**	1	0.086	-0.398*	0.635**
学生数学 ICT 能力	0.410*	0.086	1	0.402*	-0.142
学生课堂 ICT 使用	-0.254	-0.398*	0.402*	1	-0.362
教师课堂 ICT 使用	0.536**	0.635**	-0.142	-0.362	1

注: **表示在置信度 (双侧) 为 0.01 时,相关性是显著的; *表示在置信度 (双侧) 为 0.05 时,相关性是显著的。

在结构方程的 6 条路径中,只有教师课堂 ICT 使用与学生数学 ICT 能力两变量的相关系数为 -0.142 且不显著,需要删除该路径,得到修正后的限制结构方程模型如图 2 所示。为了进一步得到限

制结构方程中的路径系数和验证中介效应,共需要求解表 2 中的回归模型 1 ~ 模型 5。利用 SPSS22.0 计算回归系数并检验其显著性,计算残差系数和疏离系数,求解结果见表 2,具体计算方法可见文献。^[14]

表 2 结构方程中的各路径系数

模型描述		模型概要		标准系数	<i>t</i>	显著性
		<i>R</i>	<i>R</i> 平方	贝塔		
1	(常量) 学生数学 ICT 能力→学生数学机试成绩 学生数学素养↗	0.994	0.987	0.908 0.332	5.996 37.456 13.696	0.000** 0.000** 0.000**
2	(常量) 学生课堂 ICT 使用→学生数学 ICT 能力	0.402	0.161	0.402	8.069 2.104	0.000** 0.047*
3	(常量) 教师课堂 ICT 使用→学生数学素养	0.635	0.404	0.635	36.260 3.945	0.000** 0.001**
4	(常量) 学生课堂 ICT 使用→学生数学素养	0.398	0.158	-0.398	29.953 -2.080	0.000** 0.049*
5	(常量) 学生数学素养→学生数学机试成绩 教师课堂 ICT 使用↗	0.940	0.883	1.000 -0.099	2.195 10.606 -1.047	0.039* 0.000** 0.307

注: ** 表示在置信度 (双侧) 为 0.01 时, 相关性是显著的; * 表示在置信度 (双侧) 为 0.05 时, 相关性是显著的。

经过计算, 将表 1 和表 2 中的相关系数、路径系数和疏离系数填入限制的结构方程, 得到完整的方程模型如图 2 所示。其中无起点的箭头上

的数字代表对应模型的疏离系数, 有起点的箭头上的数字代表模型中的路径系数。

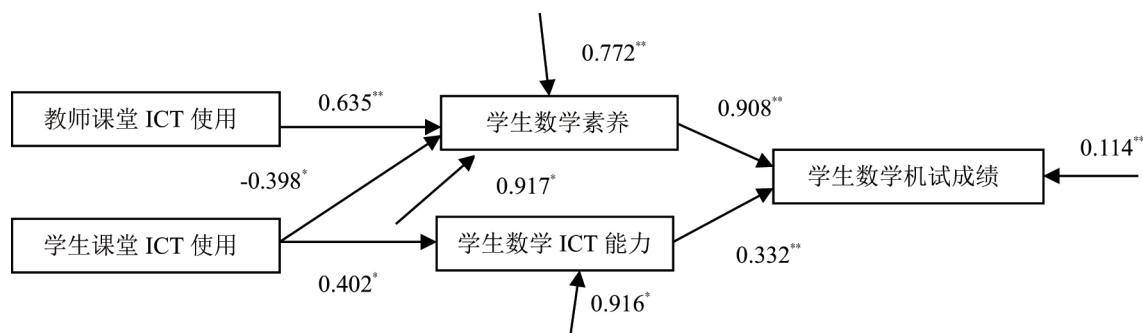


图 2 限制的结构方程

注: ** 表示在置信度 (双侧) 为 0.01 时, 相关性是显著的; * 表示在置信度 (双侧) 为 0.05 时, 相关性是显著的。

三、研究结论: 利用模型结果探索影响路径和效果

(一) 教师课堂 ICT 使用具有显著的正向效果

1. 教师课堂 ICT 使用对学生数学素养和机试成绩均有显著正向作用

从表 1 可以看出, 教师课堂 ICT 使用与学生数学机试成绩的相关系数为 0.536, 与学生数学素

养的相关系数为 0.635, 均为显著正相关。利用中介效应的检验步骤和表 2 中模型 3 和模型 5 的数据, [15] 可以发现: 学生数学素养在教师课堂 ICT 使用对学生数学机试成绩的影响中起着完全的中介作用。所以结构方程的设立是合理可行的, 教师课堂 ICT 使用直接正向作用于学生数学素养, 间接正向作用于学生的数学机试成绩, 所以应该积极提倡教师在数学课堂中使用 ICT 工具。

2. 教师课堂使用动态几何类数学软件的正向效果更佳

那么,在课堂上使用什么类型的数学软件效果更好?通过聚类分析和相关分析可以寻找问题答案。首先通过对7种课堂ICT技能进行聚类分析寻找它们的软件起源。利用SPSS22.0以变量的Pearson相关系数为距离进行变量聚类,通过聚类过程和谱系图可得:T1、T3、T7可分为一类,从定义可以看出它们的共性是图形和图像,将其命名为直观类ICT技能;T2、T4、T5、T6又可分为一类,它们共同特征是运算和数据处理,将其命名为运算类ICT技能。从20世纪80年代以来,两类数学软件对中学数学教学产生了深刻的影响,一类是动态几何软件(Dynamic Geometry Software,简称DGS),例如几何画板、GeoGebra和超级画板等。这一类软件的最大特点是可以通过设立参数让几何图形和函数图像发生动态变化,学生可以观察这些对象的连续变化过程,并进行良好的交互。另一类是计算机代数系统(Computer Algebra System,简称CAS),例如:Mathematica、Maple和Matlab等,这一类数学软件具有强大的符号运算、数值运算和数据处理功能。^[1-3]所以,直观类ICT技能主要源于动态几何软件DGS,运算类ICT技能主要源于计算机代数系统CAS。聚类的结果完全符合实际应用的情况,是有效的。

紧接着计算各类ICT技能与学生数学素养及数学机试成绩的相关系数,直观类ICT技能(T1、T3、T7)与数学机试成绩的相关系数分别为0.557**、0.417*、0.518*,与学生数学素养的相关系数分别为0.614**、0.497*、0.588*,相关系数较高且显著。直观类ICT技能的软件起源是动态几何软件(DGS),其使用对学生数学素养的提高效果显著。而运算类ICT技能(T2、T4、T5、T6)与数学机试成绩的相关系数分别为0.201、0.250、0.309和0.319,与学生数学素养的相关系数分别为0.251、0.301、0.351和0.402*,相关系数较小且不显著。运算类ICT技能主要源于计算机代数系统CAS,其使用对学生的数学素养虽然有着正向影响,但并不显著。两者对比,DGS类软件使用效果更佳。

(二) 学生课堂ICT使用具有遮掩效应的负向效果

1. 学生课堂ICT使用显著负向影响学生数学素养

学生课堂ICT使用与学生数学素养的相关系

数为-0.398,呈显著的负相关。因为课堂时间有限,学生课堂上如果花费了较多的时间进行ICT操作,就会影响到他们习得普通的数学素养,所以产生了负面影响。

2. 学生课堂ICT使用显著正向影响学生数学ICT能力

学生课堂ICT使用与学生的ICT能力的相关系数为0.402,呈显著正相关。说明学生利用ICT工具解决数学问题能力的提高,需要学生的课堂动手实践。学生在课堂ICT活动中,动手操作积累的经验越多,数学ICT能力就越强。

3. 正负抵消后的遮掩效应导致对机试成绩有着不显著的负向影响

学生的课堂ICT使用与学生数学机试成绩的相关系数为-0.254,但不显著,说明两者直接的线性关系不明显。通过图2的结构方程可以看出,学生课堂ICT使用对学生数学机试成绩有着两条显著影响路径。路径1:学生课堂ICT使用—学生数学ICT能力—学生数学机试成绩,影响的效果值为 $0.402 \times 0.332 = 0.13$,路径系数显著。路径2:学生课堂ICT使用—学生数学素养—学生数学机试成绩,影响的效果值为 $-0.398 \times 0.908 = -0.36$,路径系数显著。所以,学生课堂ICT使用对数学机试成绩的总影响效果值为 $-0.36 + 0.13 = -0.23$,显著正效应与显著负效应的相互抵消导致了遮掩效应的产生,最终两者有一定的负相关,但是不显著。

OECD报告指出,在部分OECD国家(地区)中学生的课堂ICT使用率比较低反而数学机试成绩更好。^[5]通过遮掩模型可以找到问题的原因所在:学生的数学机试成绩大部分由学生的数学素养决定,而学生的课堂ICT使用阻碍了学生的数学素养发展,导致学生的课堂ICT使用对数学机试成绩还是有着一定的负向影响。

(三) 师生的共同课堂ICT使用存在正负抵消的遮掩效应导致效果不显著

课堂信息技术使用对学生数学机试成绩的影响总效果采用师生课堂ICT的共同使用效果衡量。从图2的结构方程可以看出,师生的课堂ICT使用到学生数学机试成绩共有三条显著路径。教师课堂ICT使用到学生数学机试成绩有一条显著路径:教师课堂ICT使用—学生数学素养—学生数学机试成绩,影响效果值为 $0.635 \times 0.908 = 0.576$ 。再加上前面得出的学生课堂ICT使用的影

响效果值: $-0.402 \times 0.332 + 0.146 \times 0.332 = -0.23$ 。从自变量到因变量的总效果值为 $0.576 - 0.23 = 0.35$, 但不显著。教师课堂 ICT 使用正向影响学生的数学机试成绩, 学生课堂 ICT 使用负向影响学生数学机试成绩, 两者的综合作用效果存在相互抵消情况, 即存在遮掩效应。所以, 整个结构方程又是一个大的遮掩模型。这正是 OECD 报告中指出的“课堂上使用计算机教学并未能显著提高学生的学业成绩”这一结论的原因所在。

四、研究启示: 数学课堂信息技术使用的对策建议

研究课堂 ICT 使用对学生数学学业成绩的作用, 如果只关注这两者的相关关系, 就可能会因为其中的遮掩效应忽视教师和学生的单独使用效果, 也会忽视两者对中介变量(数学素养和数学 ICT 能力)的影响, 从而忽略前两个研究结论, 只关注第三个研究结论。结构方程中的每条路径都会带来一个有意义的结果, 避开遮掩效应, 就可以得到更多的研究启示, 为数学课堂的信息技术使用提供更多有理有据的建议。

(一) 积极倡导教师数学课堂 ICT 使用, 谨慎对待学生数学课堂 ICT 使用

教师课堂 ICT 的使用显著促进了学生数学素养的提高, 也显著正向影响学生的数学机试成绩, 所以应该积极倡导教师在数学课堂上使用 ICT 工具。而学生课堂 ICT 使用的效果不明显, 其阻碍了数学素养的发展, 但是又有利于学生提高数学 ICT 能力, 存在遮掩效应, 影响的机理较为复杂。但另一方面, 提高学生的数学 ICT 能力又离不开学生的动手实践。从而, 需要谨慎对待学生课堂使用 ICT 工具, 平衡教师使用和学生使用所产生的矛盾。

这个问题与课堂教学中几个重要矛盾本质相同。例如“教师中心”与“学生中心”的矛盾, “接受式教学”与“发现式教学”的矛盾。前者具有较高的知识传授效率, 但又有明显的缺陷, 而“学生中心”和“发现式教学”的实施效果同样较难评估, 对学生的学业成绩影响较为复杂。怎样处理这些矛盾已在多年的理论和实践研究中积累了相当的经验。所以, 在课堂 ICT 的使用问题上, “教师使用”和“学生使用”是一个主要的矛盾, 我们可以借鉴处理其他主要矛盾的经验,

正确处理两者之间的关系, 寻找一个合适的平衡点, 防止出现过于极端的现象。例如我国上海学生的课堂 ICT 使用率是 8.6%, 而教师使用率却是 47.4%, 学生的课堂 ICT 使用率在所有参加机试的国家(地区)中排名倒数第一, 明显不利于学生数学 ICT 能力的提高。^[5]

(二) 持续发挥 DGS 软件的优势作用, 充分挖掘 CAS 软件的教学潜力

DGS 类软件最大的特点是强大的表征功能和图形的动态变化, 例如可以利用 DGS 展示几何图形和函数图像的动态变化过程。教师和学生不需要学习太多的指令和语法, 就可以快速上手, 相对简单易用。由本研究可得, 该类软件的使用对学生的学业成绩有着显著的正向促进作用。而 CAS 类软件具有丰富的符号计算和数值计算功能, 可以进行高认知水平的教学活动, 如数学实验和数学建模活动等。但如果学生要掌握软件的使用, 就需要学习大量的软件指令和语法, 甚至还需要具备一定的编程能力, 这无疑给学生增加了认知负担。两类软件各具优势, 在数学的不同分支中发挥了各自独特的作用。数学教师应该熟悉它们的特点, 扬长避短, 恰如其分地使用各类数学软件进行教学, 最终的目的是降低学生的认知负荷和提高学生的数学素养。

将两类软件的优势整合, 既能发挥 DGS 软件对学生学业成绩的正向促进功能, 又能利用其进行高认知水平的教学活动, 是数学学习软件发展的方向之一。令人欣喜的是张景中院士开发的超级画板和亚特兰大大学教授 Markus Hohenwarter 开发的 Geogebra 正是沿着这个方向前进, 设计了两款兼备 CAS 和 DGS 功能的软件, 得到了广泛的应用和认可。用户可以在同一软件界面内进行符号运算、数值计算、数据统计和图形的动态操作等, 界面友好, 操作简单, 更加有利于学生的数学学习。

(三) 改进学生数学 ICT 能力的评价方式, 发挥其在数学教学中的重要作用

研究课堂 ICT 使用与学生学业成绩的关系, 其中学业成绩的评价方式与内容最为关键。但从结构方程中可以看出, PISA2012 数学机试中数学素养所占权重是数学 ICT 能力权重的将近三倍(路径系数比为 0.908: 0.332), 所以数学机试主要测量的还是学生的数学素养。并且另一方面, 就是在包含 ICT 技能的第二类试题中, ICT 技能与

数学问题的结合是处于较低水平的,涉及的只是基本的 ICT 操作,例如鼠标的拖放、点击,图像的旋转,使用屏幕计算器等,部分题目通过试误的方法就可以得到问题答案。从而,学生的数学 ICT 能力所占比重偏少,数学与信息技术的融合水平偏低。

提高学生的 ICT 能力离不开评价,ICT 工具在多元表征、数值计算和符号计算上有着传统数学教学手段不可取代的优势,很多时候能够将数学化繁为简、化难为易,帮助学生进行数学学习。在日常数学教学活动中,我们更应该设计更多符合 PISA 评价框架的评价试题,避免 ICT 与数学的低水平结合,加强在多元表征、数值计算和符号计算这三个方面上的深度结合,发挥评价的导向、调节、激励和诊断功能,切实提高学生的数学 ICT 能力。

(四) 高度融合 ICT 与数学课程教学,加快发展我国学生的 21 世纪数学素养

教师通过自己丰富的经验可以将课程内容与 ICT 高度融合,从而对学生的素养产生正向的显著影响。这也是信息技术环境下的学科教学知识(TPACK)理论的主要研究结论,教师的 TPACK 水平与学生学业成绩呈正相关。^[3]但是学生往往很难将 ICT 使用与课程内容相融合,如果不加以控制,甚至可能使用 ICT 工具从事与学习无关的活动,导致学生的课堂 ICT 使用效果不明显。教师还要明确的是培养学生的数学素养还是数学 ICT 能力,并根据培养目标设计相应的课堂 ICT 活动。

OECD 指出,21 世纪学生的数学素养应该包含学生的数学 ICT 能力。但是从 PISA2012 公布的数据上看,我国上海学生的数学 ICT 能力在所有参加机试的 32 个国家(地区)中排名倒数。^{[5][16]}随着信息技术的发展,大数据和人工智能时代的来临,数学教育不仅需要培养学生的传统数学素养,更需要培养学生的 21 世纪数学素养,使他们具备在高信息化环境下数学问题解决能力,从容面对未来的高信息化职业、生活和社会情境。这就需要我国基础数学教育工作者以数学课堂教学为抓手,融合 ICT 技术与数学课程教学,加快发展我国学生的 21 世纪数学素养,促进学生的全面发展。

[本文系江西省教育科学“十三五”规划 2016 年度重点课题“大学生参加数学建模活动的创新能力形成机理研究”(项目编号:16ZD033)阶段性研究成果]

[参考文献]

- [1]RONAU R N ,RAKES C R ,BUSH S B ,et al. A Survey of mathematics education technology dissertation scope and quality [J]. American Educational Research Journal 2014 51 (5):974-1006.
- [2]辛涛 郇舟. 中学生课堂计算机使用对其数学成绩的影响 [J]. 教育学报 2010 (4):65-70.
- [3]郭衍 曹一鸣 王立东. 教师信息技术使用对学生数学学业成绩的影响:基于三个学区初中教师的跟踪研究 [J]. 教育研究 2015(1):128-135.
- [4]MAXIM S. How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics and science [J]. Computers & Education 2015(85):49-58.
- [5]OECD. Students, Computers and Learning: Making the Connection [EB/OL]. (2015-9-5) [2018-05-15]. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>.
- [6]顾小清 王春丽 王飞. 信息技术的作用发生了吗:教育信息化影响力研究 [J]. 电化教育研究 2016(10):5-13.
- [7]FALCK O ,MANG C ,WOESSMANN L. Virtually no effect? Different uses of classroom computers and their effect on student achievement [J]. Oxford Bulletin of Economics & Statistics, 2018, 80(1):18663-18668.
- [8]MACHIN S ,MCNALLY S ,SILVA O. New technology in schools: is there a payoff? [J]. Economic Journal, 2007, 117(522):1145-1167.
- [9]ANGRIST J ,LAVY V. New evidence on classroom computers and pupil learning [J]. Economic Journal, 2002, 112(482):735-765.
- [10]COMI S L ,ARGENTIN G ,GUI M ,et al. Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement [J]. Economics of Education Review 2017(56):24-39.
- [11]张雨恬. 学生运用 ICT 情形对数学素养影响研究:以 PISA 2012 为例 [D]. 台湾:健行科技大学 2016.
- [12]杨洁. 自我调节学习和 ICT 如何预测数学素养:基于上海 PISA2012 数据库的 SEM 模型 [J]. 心理学进展 2016(8):864-874.
- [13]OECD. PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial literacy [EB/OL]. (2013-2-11) [2018-05-15]. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>.
- [14]吴明隆. 问卷统计分析实务:SPSS 操作与应用 [M]. 重庆:重庆大学出版社 2010:426.
- [15]温忠麟 叶宝娟. 中介效应分析:方法和模型发展 [J]. 心理科学进展 2014 22(5):731-745.
- [16]黄华. PISA2012 基于计算机的数学素养测评分析 [J]. 上海教育科研 2015(2):20-23.

(责任编辑 吕允英)