

【学习科学专栏】北京大学学习科学实验室协办

学习科学研究的重点领域与热点探析*

——以 2003~2017 年美国国家科学基金会资助项目为据



李树玲 吴筱萌 尚俊杰

(北京大学 学习科学实验室, 北京 100871)

摘要: 为了解美国学习科学的发展与研究热点, 文章运用主题分析法分析了 2003~2017 年美国国家科学基金会 (National Science Foundation, NSF) 资助的 436 项学习科学研究项目。分析结果显示, 美国的学习科学项目的研究领域包括学习基础研究、设计与开发研究、学习科学的实践应用研究以及非正式学习研究。在研究热点变化方面, 美国学习科学的研究热点呈现了 3 个方面的转变, 分别是关注认知神经到关注学习文化、从关注正式学习情境到关注学习环境的开发和多学科的协同加强、从关注学习中的技术应用到关注运用技术强化的学习。研究涉及的对象有中小學生、大学本科生和研究生, 以及婴幼儿、残疾儿童、女性等特殊群体。

关键词: 国家科学基金会; 学习科学; 资助项目

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097(2018)01—0012—07 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2018.02.002

一 研究背景

学习科学正式产生于 1991 年, 源于第一次学习科学国际会议的成功举行和《学习科学期刊》(*Journal of the Learning Sciences*) 的创刊^[1]。这个领域的研究以“学习”为基点, 主要探讨“人是如何学习的, 怎样促进有效的学习”的问题^[2]。其研究的目的是为了更好地理解认知过程和社会化过程, 用学习科学的知识来重新设计课堂和其它学习环境, 让学习者进行更加深入的学习^[3]。随着时代对“学习”的关注越来越紧密, 学习科学也受到了世界各国研究机构的广泛关注。近年来, 中国学者也越来越关注学习科学的研究及其在实践中的应用。这需要我们更多地了解国外的研究与热点。同时, 国内相关的学术基金会也需要相应的数据支持其基金的投入。

美国国家科学基金会 (National Science Foundation, NSF) 是美国资助科学研究的联邦政府行政机构^[4]。早在 2004 年, 该机构宣布拨款 1 亿美元构建了规模庞大的“学习科学研究计划”, 旨在组建学习科学的跨领域研究团队, 让学习科学研究成为美国科学研究的重要组成部分, 进而推动教育改革和学习实践^[5]。十多年来, 学习科学一直是 NSF 资助的重点领域之一。可以说, NSF 对学习科学研究项目的资助, 在一定程度上反映了美国学习科学领域的研究状况。为此, 本研究力图通过对 2003~2017 年期间 NSF 支持学习科学研究项目内容的梳理, 发现美国学者在学习科学领域的关注热点及其发展变化, 以便为国内学者及基金会提供参考。本研究着重分析和探讨以下三个问题: ①美国学习科学项目受到 NSF 哪些部门的关注? ②美国学习科学的研究聚焦在哪些领域? ③美国学习科学的关注热点有哪些变化?

二 数据收集与分析

1 数据收集方法

本研究以“learning science”“learning sciences”和“science of learning”为检索关键词,

在美国国家科学基金会官网¹检索了2003年1月1日至2017年12月25日期间NSF对学习科学的资助记录,发现每一条记录都详细记载了被资助项目以及NSF资助部门的相关信息。本研究使用的信息有6类,分别是被资助项目的编号、标题、摘要、起始时间、资助部门以及资助金额数。据本研究统计,有效的受资助项目数为436项,受资助总金额达4.2亿美元。

2 数据分析

在数据分析中,本研究运用了描述统计和主题分析方法——描述统计用于统计检索结果中的数值型数据(受资助项目数、资助金额等),旨在得到NSF对学习科学的整体资助情况;主题分析方法注重审查原始数据中的主题,旨在让研究者通过对原始数据中重要内容的编码,深入理解数据的内隐及表面含义^[6]。主题提取步骤为:熟悉数据—对数据进行一级编码—在编码中提取主题—审查主题—对主题进行定义和命名—产生最终的报告^[7]。遵循以上步骤,本研究分析了受资助项目的标题和摘要,以探究美国学习科学研究开展的主要领域及其关注热点的变化。

表1 不同部门资助学习科学的项目数、金额数及侧重点统计

资助部门	项目数	金额(美元)	资助侧重点
社会、行为和经济学	93 (21%)	16815 万 (40.92%)	侧重支持学习基础研究,关注人类行为、社会、文化和环境对人的学习产生的影响;该部门下设专门的“学习科学研究计划”(Science of Learning Program, SLP),全方位支持学习科学的发展
教育、人力资源部	198 (46%)	16941 万 (41.23%)	侧重支持美国STEM教育的实施、普及、实践研究的开展以及未来研究者及教师的培养;也关注学习环境和学习工具的设计与开发
计算机信息科学部	79 (18%)	4297 万 (10.46%)	基于学习科学的相关理论及研究成果,侧重支持学习模型的构建、技术平台的设计、智慧学习环境的开发以及相关会议及工作坊的开展
工程部	31 (7%)	1330 万 (3.24%)	侧重支持工程研究和工程教育,注重对工程专业学生的培养、沉浸式学习环境和游戏的设计与开发以及工程与生物等学科的整合
生物科学部	10 (2%)	563 万 (1.37%)	基于生物前沿知识和研究成果,侧重关注学习的发生机制、学习环境的建设、课程的开发以及生物教育的发展
地球科学部	16 (4%)	769 万 (1.87%)	关注气候科学、地球科学、海洋科学和极地科学中的教与学,支持这些领域中的教学内容设计、学习工具和评估方法开发、学习参与动机研究以及学习和研究共同体的构建
数学与物理科学部	3 (1%)	75 万 (0.18%)	支持学科本身及跨学科的基础研究。在学习科学研究中,侧重培养学生参与高技术研究的能力
总检察长办公室	6 (1%)	298 万 (0.73%)	是美国国家科学基金会的最高领导部门,监管所有的基金会活动。在学习科学方面,关注学习科学的技术应用、环境建设和学习机制研究,注重与其它国家和地区的合作

三 美国学习科学研究的重点领域及特点

1 资助学习科学研究的NSF部门及各部门资助的侧重点

NSF共设置1个总检察长办公室(Office of the Director, OD)和7个学部。据描述统计,这些部门都在一定程度上对436项学习科学研究进行了资助。其中,社会、行为和经济学部

¹ 美国国家科学基金会官网网址: <https://www.nsf.gov>。

(Directorate for Social, Behavioral & Economic Sciences, SBE) 和教育人力资源部 (Directorate for Education & Human Resources, EHR) 对学习科学项目的资助力度最大, 其资助额分别占资助总额的 40.92% 和 41.23%。计算机信息科学部 (Directorate for Computer & Information Science & Engineering, CISE) 对学习科学项目的资助力度次之, 占 10.46%。其余资助来自于工程部 (Directorate for Engineering, ENG, 3.24%)、地理科学部 (Directorate for Geosciences, GEO, 占 1.87%)、生物科学部 (Directorate for Biological Sciences, BIO, 占 1.37%)、总检察长办公室 (OD, 占 0.73%) 以及数学和物理科学部 (Directorate for Mathematical & Physical Sciences, MPS, 占 0.18%)。不同资助力度显示各部门对学习科学研究有不同的资助侧重点。本研究通过分析各部门资助项目的标题和摘要, 将不同部门的资助侧重点进行了总结, 如表 1 所示。

值得一提的是, SBE 附属的行为与认知科学研究部, 下设专门的“学习科学研究计划”(Science of Learning Program, SLP), 足见 NSF 对学习研究的重视程度。这个计划主要通过支持变革性的基础研究, 发展与学习原理、学习过程和学习条件相关的理论和基础知识^[8]。SLP 在 2003~2017 年期间共支持了 60 项学习科学研究计划, 提供的资助金额达 15783 万美元, 占所有检索项目受资助总额的 37.58%, 占 SBE 总资助额的 93.86%。

2 美国学习科学研究的重点领域

本研究对筛选出的 436 项研究项目的标题和摘要进行了主题分析, 将这些研究项目归纳为四类: 学习基础研究、设计与开发研究、学习科学的实践应用研究、非正式学习环境的设计及学习研究。在每一类中, 又归纳了一些重要的研究方向, 具体分类如表 2 所示。

表 2 美国学习科学研究的重点领域

	主题	受资助项目数	受资助金额 (美元)
学习基础研究	基于脑认知和神经科学的学习机制研究	79	1477 万
	构建学习科学的基础理论和知识的研究	50	4635 万
	促进学习和认知的新学习形式研究	23	1173 万
	语言和社会文化对学习的影响研究	17	912 万
设计与开发研究	虚拟协作学习环境的开发	59	10120 万
	工具开发 (学习、教学)	52	5880 万
	STEM 课程开发	38	3207 万
	促进系统思维形成的教育模型和方法开发	31	1140 万
学习科学实践应用	跨领域研究共同体的构建	32	4618 万
	学习科学及其研究成果的传播	18	2808 万
	学习科学成果在其它学科领域的应用	6	163 万
对非正式环境中学习的关注	非正式学习环境的开发	42	7086 万
	非正式学习环境中的学习研究	52	4748 万

描述统计显示, 涉及四类研究的项目共有 499 项。叠加项目的总数大于受资助项目的总和 (436 项), 是因为有些项目会包含多个主题词, 在后期对主题词进行分析和处理时, 该项目会同时归属在不同主题词所包含的类别中。本部分主要分析美国学习科学研究的重要领域。

(1) 学习基础研究

受资助的学习基础研究共 169 项, 包括基于脑认知和神经科学的学习机制研究、构建学习科

学基础理论和知识的研究、促进学习和认知的新学习形式研究和语言和文化对学习的影响研究^[9]。其中,基于脑认知和神经科学的学习机制研究主要通过研究人类在认知和学习时,大脑细胞、神经系统和相关认知通道的反应,分析探讨婴幼儿、正常学习者和有听障或视障学生的复杂思维模式及学习行为的形成。随着技术的发展,这类研究越来越注重借助多媒体技术、自然语言处理技术、可视化技术、基因技术等新兴技术来观察并研究学生理解知识和运用知识的内在机制。

NSF 也支持学习理论的建构和完善,特别是针对具体的对象和领域进行的学习理论建构。如有关婴幼儿的态度、感知、学习和记忆的理论,以及用于培养听力有障碍学生的语言素养的理论等。NSF 也支持促进学习和认知的新学习形式研究,包括在线学习形式,如在线指导学习(Tutor Learning);自然或非结构化学习环境中的学习形式,如基于自然的学习(Nature-based Learning);能够灵活迁移到新环境且持续时间较长的学习形式,如匹兹堡学习科学中心(Pittsburg Science of Learning Center, PSLC)研究的强健式学习(Robust Learning)^[10]等。

此外,受维果斯基流派文化历史传统的影响,一些项目关注语言和社会文化对学习产生的影响。NSF 支持的相关研究重在分析语言和文化与学习者学习、学习者性别、学习者本身状态以及学习环境之间的关系。在这类研究中,以研究双语环境对学习者的反应和认知神经影响的研究、语言学习模式和学习过程的研究居多,其余研究关注学生性别、种族以及听力障碍对学生语言、知识习得的影响。

(2) 设计与开发研究

设计研究聚焦于自然情景学习的理解和有效学习环境的设计,通过迭代式的设计探究将理论与实践连接起来^[11]。在 NSF 资助的项目中,这种研究方法被运用在虚拟协作学习环境、学习和教学工具、STEM 课程以及教学模型和方法等的设计与开发中,如表 2 所示。

受资助的虚拟协作学习环境开发研究比较重视对在线沉浸式学习环境^[12]和智慧学习环境的开发。游戏化学习环境是前者的一种,其开发研究主要面向中学生,旨在借助虚拟技术,促进学习者的虚拟化身与数字代理、人工制品及环境之间多样的交互。沉浸式仿真学习环境是另一种,主要集中在生理学、物理学和工程领域中,学习群体包括中学生和成年人。智慧学习环境的开发研究借助自动感觉设备、探测与跟踪技术、数据科学等新兴技术,主要探究学生在学习时认知和情感之间的交互,旨在解决科学学习中普遍存在的情感困惑和认知不平衡的问题。

受资助开发的工具包括学习和教学工具。开发的学习工具主要面向中小学和高等教育阶段的学生和老师。针对中小学的主要是游戏化学习工具,旨在提升学生的认知和自主学习能力。面向大学的学习工具包含交互式计算机界面、仿真模拟工具等,旨在促进面向对象的知识、能力、经验和思维的发展。开发教学工具旨在辅助教师和家长对学生进行有效的学习指导,辅助教师和研究者对学生的推理能力、辩证性思维能力、学习能力进行测评等。

开发的 STEM 课程面向本科及研究生,旨在培养学生(尤其是女学生)对科学学习的热情,提高其解决综合问题的能力,以增加工程领域学生的保留度。设计开发的模型包括教学模型、学习及研究模型。其中,教学模型有研究生教育模型、社区大学的信息技术教学模型、强健式学习的教学模型以及将博物馆学习和课程教学进行整合的模型等;学习及研究模型有理解复杂学习系统的 SBF 模型、培养教师专业发展的学习模型、用于理解非言语行为和交流技巧的计算模型、人类学习的普遍模型等。这些模型不仅适用于正式学习环境中的教与学,也适用于非正式学习环境中的学习实践和教学实践。此外,NSF 也支持开发创新教育方法。这类研究主要面

向中小學生、大學生以及女性群體和聽力有障礙的學習者。開發的教育方法適用的領域有地球科學、生命科學、氣候科學的教育以及數學教學、STEM 教育和跨學科教學等。

(3) 學習科學的實踐應用

涉及學習科學應用實踐的項目共 56 項，其主要的研究方向包括跨領域研究共同體的構建、學習科學及其研究成果的傳播以及學習科學成果在其它學科領域的應用。構建跨領域研究共同體的項目旨在整合認知科學、腦神經科學、教育學及人工智能等領域的專家和學者，試圖揭示有關學習的社會境脈，構建新學習與教學環境。受資助的學習科學實踐應用研究主要是指運用學習科學的基礎知識和研究成果，解決其它相關領域中的問題。

(4) 對非正式學習環境的研究

受資助的非正式學習環境研究有 94 項，受資助額為 11834 萬美元，其主要的研究方向有非正式學習環境的設計與建設和此類環境中學習理論的建構與完善。NSF 資助與博物館等非正式學習場所的設計和建設相關的研究。通過探究將博物館中的學習和課堂教學聯繫起來的方式，這類研究在博物館中運用跟蹤技術並分析學習者行為，對學習活動進行設計，旨在開發新的適應非正式學習需求的學習方式、教學模型和學習環境。NSF 也會資助文化情景中基於藝術的學習環境的設計以及對自然學習環境的設計等研究。

此外，NSF 還資助非正式學習環境中的學習基礎研究和對學習科學研究進行綜述的項目。其中，學習基礎研究關注非正式學習環境中的學習理論建構、人類學習的社會基礎原理研究以及學習和教學模型的設計，旨在探究學習的本質，發展學習科學的基礎知識，設計促進教與學實踐的工具和環境，為培養學習者的學習技能開辟新的途徑。對學習科學研究進行綜述的項目關注非正式教育環境中學習科學的知識現狀、研究現狀、發展前景及研究成果應用，此類項目主要從學習科學研究本身出發，旨在促進更有效的學習科學研究，並為下一步的研究確定框架。

四 美國學習科學研究熱點的發展

本研究通過梳理歷年的主題詞發現，在 2003~2017 年間，美國學習科學的研究熱點呈現了 3 個方面的轉變，分別為：從關注認知神經到關注學習文化、從關注正式學習情境到關注學習環境的開發和多學科的協同加強、從關注學習中的技術應用到關注運用技術強化的學習。

1 從關注認知神經到關注學習文化

通過主題分析，本研究發現 2006 年以前的研究多關注個體學習時大腦細胞、神經機制的反應、特定神經通道對大腦和行為的影響等。隨著對人腦學習機制的研究越來越多，以及對個體在實驗室場景、學校場景和日常生活場景中學習差異的不斷揭示，學習科學家們開始持續關注不同文化背景下學習的組織和社會文化動力，以及文化多樣性對學生的能力和認知情感的影響。近年來，研究項目除了關注學校學習及學校環境建設，不少項目也在研究自然學習、日常學習等非正式情境中的學習機制，探討發生在學習背後的文化動力及組織作用。在維果斯基文化歷史流派的影响下，學習科學家越來越關注所有智能行為發生所依賴的複雜的社會及人為環境。

2 從關注正式學習情境到關注學習環境的開發和多學科的協同加強

隨著技術的不斷發展和教育理念的逐漸完善，學習研究中的學習情境不再拘泥於學校教育情境。後期研究中的學習情境不僅向博物館、數字圖書館、社區等領域實現了橫向的拓展，而且從線下到線上，實現了向虛擬智慧學習環境的縱向拓展。這兩方面的轉變在上述非正式學習

环境的研究以及学习工具和学习环境的设计与开发研究的分析讨论中体现得尤为具体。此外，由于纵向、横向的拓展不仅需要计算机科学家、教育学家、心理学家、神经科学家等领域专家的合作研究，也需要人工智能专家、教育技术学专家等技术专家的对话与交流，因此跨学科、跨领域的研究形式逐渐成为了近年来获得 NSF 资助的学习科学研究开展的基本形式。

3 从关注学习中的技术应用到关注运用技术强化的学习

技术是学习科学发展的一个要素，从 2003 年开始，学习科学研究者就开始关注如何利用技术进行有效的学习。随着新媒体技术的不断涌现，传统教室的数字化研发和改造、基于网络的学习社群、基于移动终端的课程以及沉浸式虚拟协作学习环境等都在我们生活中日益普及。技术不再是教与学中的“舶来品”，而已经发展成为日常教与学实践中必不可少的一部分。除了思考如何将技术应用于学习，目前的学习科学家更关注如何用技术强化学习，提升学习的效率和绩效。借助仿真模拟技术、数据处理与分析技术等新兴技术，学习科学家设计开发的各种工具、环境以及模型等，不仅促进了学习及教学效率的提升，也辅助实现了从关注学习者内部静态结构的认知研究到关注在复杂环境中学习者与技术产品以及技术中介的互动研究^[13]的转变。

五 研究结论与建议

本研究通过分析 2003~2017 年 NSF 资助的学习科学研究项目，尝试总结了美国学习科学研究关注的重点领域及研究热点的变化。研究发现，美国学习科学的研究内容不仅涉及对学校学习及环境设计的研究，也涉及对非正式学习环境和虚拟学习环境中的学习及环境设计研究；研究对象不仅包括中小学、高等教育阶段的在校学生，也包括残疾学生（听力或视力有障碍的学生、自闭症学生等）及女性群体等。此外，研究的视角越来越多元化，注重从认知科学、脑科学、文化、技术与社会等视角综合性地理解学习，研究也越来越关注技术作用下的学习效率。

上述研究发现为我国的学习科学研究提供了一定的参考依据。基于此，本研究认为我国的学习科学研究可以在四个方面加大投入，分别是：①整合认知科学、脑神经科学、文化、技术与社会等视角的合作研究；②基于博物馆、自然情境的非正式学习及其环境建设研究；③在线虚拟学习研究及其环境开发研究；④面向残疾学生、女性等特殊群体的研究。其中，合作研究的开展旨在帮助人们深入地理解认知过程和社会化学习过程，并辅助教育工作者和相关的政策制定者优化学习环境，制定有效的教育政策。对非正式学习环境及在线虚拟学习环境中的学习研究及环境开发研究将为探索更有效的“技术强化的学习”奠定基础；而面向特殊群体的学习研究将帮助学习科学研究者进一步明确不同群体的学习特征、学习需求以及发展状态等，进而完善我国的育人体系。在资金投入方面，本研究希望我国相关基金加大对这些领域的支持力度，促进我国的学习科学研究更加深入、领域更加宽广。

参考文献

- [1](美)R.基思·索耶著.徐晓东译.剑桥学习科学手册[M].北京:教育科学出版社,2010:1.
- [2]尚俊杰,庄绍勇,陈高伟.学习科学:推动教育的深层变革[J].中国电化教育,2015,(1):6-13.
- [3][9][11]高文.学习科学的关键词[M].上海:华东师范大学出版社,2009:34-35、10-12、51.
- [4]沈煜,佟仁城.美国国家科学基金会审计监督制度对我国的启示[J].科研管理,2009,(4):138-143.

- [5]秦学明.美国国家科学基金会“学习科学中心”建设计划[J].软件导刊:教育技术,2009,(11):5-7.
- [6]Attride-Stirling J. Thematic networks: An analytic tool for qualitative research[J]. *Qualitative Research*, 2001,(1):385-402.
- [7]Braun V, Victoria C. Using thematic analysis in psychology[J]. *Qualitative Research in Psychology*, 2006,(2):77-101.
- [8]National Science Foundation. Science of learning (SL)[OL].
<https://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=5567>
- [10]National Science Foundation. Toward a decade of PSLC research: Investigating instructional, social and learner factors in robust learning through data-driven analysis and modeling[OL].
<https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=0836012>
- [12]Dawley L, Dede C. Situated learning in virtual worlds and immersive simulations[A]. Spector J M, Ellen J, Bishop M J (Eds.), *The handbook of research on educational communications and technology*[C]. New York, NY: Springer, 2014:723-734.
- [13]Barab S A, Kirshner D. Guest editors' introduction: Rethinking methodology in the learning sciences[J]. *Journal of the Learning Sciences*, 2001,(1-2):5-15.

Exploration on the Key Areas and Hotspots of American Learning Sciences Research

——According to Projects Funded by the National Science Foundation during 2003-2017

LI Shu-ling WU Xiao-meng SHANG Jun-jie

(Graduate School of Education, Peking University, Beijing, China 100871)

Abstract: In order to explore the development process and research hotspots of American learning sciences, a total of 436 learning sciences projects funded by National Science Foundation (NSF) from 2003 to 2017 were analyzed using the thematic analysis method. According to the results, research areas of these projects includes studies of learning foundation, design and development, practical application of learning sciences, and informal learning. Meanwhile, the change of research hotspots of American learning sciences during the past 14 years can be summarized from three aspects. Firstly, a shift of research focus from the cognitive neuroscience study to the learning culture. Secondly, a focus shift from formal learning situation to the learning environment development and the multidisciplinary synergies. Thirdly, a shift from considering how to integrate technology into learning process to addressing the technology enhanced learning and learning performance. Related research objectives in this research involves elementary and secondary school students, undergraduate and postgraduate students, as well as members form special community, such as infants and disabled children.

Keywords: National Science Foundation; learning sciences; funded projects

*基金项目: 本文为国家自然科学基金 2016 年度应急管理项目“学习科学发展态势、需求与科学基金支持机制研究”(项目编号: L1624017)的阶段性研究成果之一。

作者简介: 李树玲, 在读博士, 研究方向为信息技术的教学应用、课程教学与教师发展、学习科学与技术, 邮箱为 vicky1s1@outlook.com。

收稿日期: 2017 年 12 月 15 日

编辑: 小西