

知识生产视角下的会聚研究特征分析及启示 ——基于哈佛大学威斯生物启发工程研究所的分析

任静静

(北京工商大学嘉华学院 北京通州区 101118)

摘要: 会聚研究是新世纪以来提出的, 强调问题驱动和大规模学科深度集成的研究类型, 对科学研究和科研组织管理都将产生深刻影响。本文通过对有代表性的会聚研究机构——哈佛大学威斯生物启发工程研究所科研领域、模式、团队、治理等的详细梳理和归纳, 分析会聚研究主要特征。主要结论有: 1) 认知方面, 会聚研究由问题驱动, 并清晰指出“问题”是深层次的科学问题或迫切的社会需求问题; 2) 组织方面, 会聚研究强调大规模学科的深度集成, 形成综合的、统一的新体系或框架, 以指导认识或问题的解决, 认可学术和市场双重评价; 3) 外部关系方面, 会聚研究着力构建支持科研以及促进科学发现向新形式创新和新产品转化过程中涉及的合作伙伴网络。

关键词: 会聚研究; 科研; 特征; 威斯生物启发工程研究所

Characteristics Analysis and Enlightenment of Convergence Research from the Perspective of Knowledge Production
——Based on the analysis of Wyss Institute for Biologically Inspired

Renjingjing

(Canvard College, Beijing Technology and Business University Tongzhou District, Beijing 101118)

Abstract: convergence research has been put forward since the new century. It emphasizes the research type of problem driven and large-scale discipline in-depth integration, which will have a profound impact on scientific research and scientific research organization management. This paper analyzes the main characteristics of convergence research by combing and summarizing the scientific research fields, models, teams and governance of the representative convergence research institution - Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering, Harvard University. The main conclusions are as follows: 1) in terms of cognition, convergence research is driven by problems, and clearly points out that “problems” are deep-seated scientific problems or urgent social needs; 2) In terms of organization, convergence research emphasizes the in-depth integration of large-scale disciplines to form a comprehensive and unified new system or framework to guide understanding or problem solving, and recognize the dual evaluation of academic and market; 3) In terms of external relations, convergence research focuses on building a network of partners involved in supporting scientific research and promoting the transformation of scientific discovery to new forms of innovation and new products.

Key words: convergence research; scientific research; features; Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering

科学研究中,“会聚”(Convergence)理念产生于21世纪初^[1],人们观察到到生命科学、健康科学、物质科学及工程学之间,以及社会学和经济学之间学科的“会聚”程度不断加深,而且越发感受到其对科研活动及科研组织带来的重大影响^[2-4]。“会聚研究”^[5]是NSF于2017年底正式提出的概念,认为“会聚研究”有两个特征:一是研究是由特定的、挑战性的科学或社会问题驱动;二是跨学科的深度集成,不同领域专家的知识、理论、方法、数据、研究团体和语言体系在持续交互中,集成或整合为新的框架、范例或新学科领域。

国内外会聚研究实践已经存在,如哈佛大学威斯生物启发工程研究所(Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering,以下简称“威斯研究所”或“Wyss研究所”)、密歇根大学北校区研究综合体、芝加哥大学分子工程研究所等^[6];国内方面,以浙江大学“面向2030的学科会聚研究计划”、华为“军团”为典型代表。这些实践,有的刚刚展开,有的已有十多年的发展历程,并在科学基础研究、技术原始创新、科技成果转化以及人才培养等方面取得了积极成效。

现有会聚研究相关文献,为从技术^[7]、学科^[8]、组织^[9]、管理^[10]等角度认识会聚研究提供了知识积累。知识生产是科学研究的本质特征,从知识生产角度认识会聚研究,对清晰辨析会聚研究特征、把握会聚研究规律、科学有效组织和开展会聚研究有理论和实践意义。

本文选取有公认会聚研究特征、运行时间较长、实践成效较充

分的威斯研究所为案例,通过对其科研领域、科研模式、科研团队及治理架构的详细梳理和归纳,以Hessels和Lente^[11]的知识生产理论比较框架为指导,分析会聚研究在认知、组织、外部关系等方面的特征,为科学认识会聚研究提供新的视角和证据,为会聚研究组织和管理政策制定提供启发和支撑。

一、威斯研究所的建立与成就

2009年,威斯研究所成立于哈佛大学。基于“我们已经发现了关于自然界如何从纳米级到宏观级建造、控制和制造的足够信息,现在可以利用这些生物学原理来开发新的工程创新”的信念,Hansjorg Wyss(曾担任大型医疗设备公司CEO的慈善企业家)向哈佛大学捐赠1.25亿美元,“想看到在世界上最大的学术环境中创立的创新型企业,承担风险、并对世界产生积极的近期影响”。Wyss研究所的使命是“发现自然界建构生命的生物学原理,并利用这些洞察力来创造具有生物学激发的工程创新”,以促进人类健康和创造一个更可持续的世界。具体的,Wyss研究所希望开创一种组织新模式,实现跨学科研究协作,并将初创企业普遍关注的应用、知识产权产生和商业化与学术界的创造性自由和灵活性结合起来。

Wyss研究所成立时确立的成功标准包括学术上的(比如国际对Wyss研究所科学领导能力的认可,以及世界一流的教师、学生和研究人员招聘),同时,也根据创造的专利组合以及发展生产性企业联盟、许可协议和新创办企业的能力进行评估^[12]。截至2022年3月,Wyss研究所共发表出版物2630篇,申请专利3769项,技术许可/

授权 106 项，成立初创公司 54 家。

二、威斯研究所的科研和管理实践

本部分从科研领域、科研模式、科研团队和治理架构梳理和总结 Wyss 研究所的科研和管理实践。

（一）威斯研究所的科研领域

Wyss 研究所的研发主要围绕着 8 个科技领域展开（表 1）。可以

看出，Wyss 研究所主要关注宽泛的生命科学和生物医药领域的科学和应用挑战，同时基于“在非医学领域存在许多技术（如基于 3D 打印的制造）可以为医学增加巨大的价值，并且生物医学技术（如合成生物学）和方法对非医学领域同样有价值”的认知，该所也关注环境可持续性研究、经典医学研究等领域。

表 1 Wyss 研究所主要研究领域情况

领域	主要目标或方向
仿生疗法和诊断 (Bioinspired Therapeutics & Diagnostics)	通过微系统工程、分子工程、计算设计和体外人体实验技术等以实现治疗发现和诊断开发
诊断加速器 (Diagnostics Accelerator)	由临床需求驱动，创造新的诊断技术，加速高价值临床问题解决
免疫材料 (Immuno-Materials)	能够在体外和体内调节免疫细胞以治疗或诊断疾病的材料系统
活细胞装置 (Living Cellular Devices)	将活细胞和生物电路重新设计成用于医疗、制造等的可编程装置
分子机器人 (Molecular Robotics)	自我组装的分子，可以像机器人一样被编程，在不需要动力的情况下执行特定任务
3D 器官工程 (3D Organ Engineering)	功能性强、多尺度、带血管的器官移植，可无缝地集成到身体中
预测性生物分析 (Predictive BioAnalytics)	将机器学习、神经网络和其他算法架构的力量应用于生物学复杂问题的计算方法，产生更快、更好的见解并推动创新
合成生物学 (Synthetic Biology)	读取、编写和编辑核酸和蛋白质的突破性方法

资料来源：根据 Wyss 研究所官网相关信息整理。数据采集日期：2022 年 3 月。

（二）威斯研究所的科研模式

Wyss 研究所的科研模式主要是其技术转化模型（见图 1）。Wyss 研究所基于学术界的创新自由，首先创造出一系列新想法和潜在突破性技术；然后支持有产品开发经验的员工对这些想法或技术进行原型化、成熟化和去风险化；再结合内部的设备开发团队、知识产权专家和常驻企业家等通过工业伙伴关系、许可协议和创办创业公司等方式推动商业化。Wyss 研究所将“学术创新-概念验证-技术改进-商业化”的这一整套活动称为“技术转化模型”，由于从创新性想法到成功商业化的过程中，留下的项目越来越少，也被形象地称为“创新漏斗”。

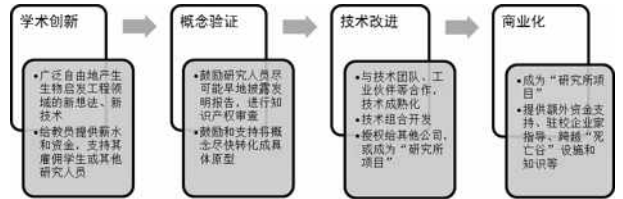


图 1 Wyss 研究所的技术转化模型简示

资料来源：作者根据 Wyss 研究所技术转化模型文字介绍绘制。图中使用单向箭头，表达主要流程方向，在实际活动过程中存在着大量的交互、反复和循环。

（三）研究所的科研团队

Wyss 研究所的科研团队（表 2）。其科研团队成员来自哈佛大学和合作机构，Wyss 研究所暂不行使学术任命权，与哈佛各个学院的工作人员合作管理校内学术任命。具体：

教员，学生、研究员和学者。教员方面，分为核心教员（Core Faculty）和副教员（Associate Faculty），所有教员都由哈佛大学进行学术任命，大多数教员在哈佛大学有自己的研究实验室，核心教员也是前述八个重点技术领域的研究领导者；一半以上的核心教员拥

有跨学科教育背景、拥有多项（甚至上百项）专利、是一家或几家科技公司的联合创始人；核心教员任期 3 年，副教员任期 1 年。学生、研究员和学者方面，主要是博士后研究人员、偏技术或临床方向的研究人员，以及国内外访问学者，他们一般都加入某一位核心教员的实验室或团队的形式参与科研。

技术和商业发展团队，按主要职能偏重由先进技术团队（ATT）、业务开发团队（BDT）等部分组成，ATT 成员是从业界^③招聘的有多年甚至几十年产品研发经验的技术人员、科学家和工程师，他们带来广泛的产品开发经验、团队和项目管理技能、新材料建议等，Wyss 研究所认为 ATT 成员的招募和工作开展使得所内各团队能以学术界很少见的速度实现政府资助的和业界资助的各类项目目标。BDT 成员来自哈佛大学技术发展办公室或行业招聘，主要负责专利管理、知识产权战略、与合作伙伴的关系维护、营销和业务发展活动等。

临床和转化研究团队，管理广泛的临床前和临床研究项目，提供必要的资源和培训，以及协助各级研究人员等。

（四）威斯研究所的治理架构

Wyss 研究所的治理架构。Wyss 研究所于 2013 年成为哈佛大学内部的非营利公司，建立并完善了治理结构。

设立董事会和运营委员会，董事会由哈佛成员以及外部成员组成，负责 Wyss 研究所整体治理；运营委员会由 11 位核心教员、15 位副教员、2 位执行总监组成，其中教员来自前述各个科技重点领域，运营委员会负责研究方案的制定和决策。

行政和运营团队设置法律、人力、财务、传播、技术、关系、采购等 10 个高级职务，从校内外招募有 8-20 年工作经验的领域内专业人士担任，如现任人力资源经理在包括公司、学术界和医疗保健在内的各种部门的人力资源工作方面拥有超过 15 年的工作经验，现任信息技术总监在商业、科学、政府、国防、非营利和学术环境中的信息技术各方面的经验超过 20 年等。通过这种治理结构，研究所建立起半自治的研究和行政运作、政策和程序，在保持与哈佛规范相一致的同时，也满足了研究所对灵活性和适应性的需要。

表2 Wyss 研究所人员结构表

团队		职务/职称	人数（人）	是否兼聘
管理团队	高管层 （运营委员会）	核心教员	11	是
		副教员	15	是
		执行团队（创始董事、技术转化总监）	2	是
	行政与运营	赞助项目总监、合规官、人力资源经理、财务总监、传播副总监、设施和规划主管、信息技术总监、研究运营总监、临床研究副主任、采购服务副总监等	10	否
学生、研究员和学者（Students, Fellows & Scholars）		临床研究员	4	否
		博士后研究员和助理	36	否
		技术发展研究员	5	部分是
		访问学者	5	不涉及聘任
技术和商业发展 （Technology & Business Development）	战略支持	战略总监	1	否
	先进技术团队	具备丰富业界经验的科学家和工程师	37	否
	业务开发团队	知识产权投资组合专家等、技术商业化主管、平台开发总监、技术转化总监、技术交易副总监等	10	7 位否 ^③
	导师	机器人工程师、功能服装设计师、机械工程师、伦理学家、创业者等	7	否
	研究支持	在读研究生	24	不涉及聘任
临床和转化研究核心（CTRC）	生物安全与实验室安全	实验室经理，研究运营总监	2	否
	临床研究组	生物统计员，项目经理，临床研究副主任	4	否
	兽医组	兽医工作人员，静脉切开研究助理等	2	否

资料来源：根据 Wyss 研究所官网信息整理。兼聘指是否在哈佛大学其他学院或其他机构担任职务/承担科研任务；空白表示根据现有信息无法判断；董事会详细信息未披露。数据采集日期：2022 年 6 月。

三、威斯研究所体现的会聚研究特征分析

本部分根据 Hessels 和 Lente^[1]提出的包含认知、组织、外部关系三方面、8 个指标的体系（表 3），来总结和归纳会聚研究特征。综合前述研究，可以看出，会聚研究在研究内容、研究方法、学科地图、质量控制、与其他社会领域互动等方面区别于原有其他研究形式的明显特征。

首先，会聚研究由问题驱动，并清晰指出“问题”是深层次的科学问题或迫切的社会需求问题。这在威斯研究所的使命和科研领域得到很好的体现，其使命是“发现自然界建构生命的生物学原理，并利用这些洞察力来创造具有生物学激发的工程创新”；同时，其八大科研领域，如仿生疗法和诊断、免疫材料、3D 器官工程等等，重点关注宽泛的生命科学和生物医药领域的科学和应用挑战，都体现了兼顾科学问题和社会需求问题的导向。在研究问题的提出方面，会聚研究强调科学家、工程师、企业家、政府工作人员、投资机构和其他合作伙伴共同找出需要解决的问题，从威斯研究所的科研团队及其职能中，可以明显看出会聚研究的科研团队多样性，兼顾基础研究、技术、产品、工程、销售、服务等专家配置，缩短从基础研究到产品进步的周期，让知识对世界产生有益的近期影响。

其次，在研究方法方面，会聚研究明确提出研究是“大规模跨学科深度集成”。这主要体现在会聚研究的科研团队和学科构成上，其科研团队是大规模跨学科团队，如威斯研究所的科研人员，不仅很多教员和副教员本身就是跨学科学术背景，其科研团队成员更是跨物质科学、生命科学、工程科学、人文社会科学等领域；同时，为了更好地综合不同知识背景人员的优势，其科研人员实行任期制或兼聘，比如威斯研究所的核心教员任期 3 年，副教员任期 1 年，

另外，教员只是 Wyss 研究所对管理层的职务称呼，不代表学术职称高低，如很多副教员是教授职称。威斯研究所认为这是该所成功秘诀的一个微妙但重要的部分：教员们可以依个人特色创建自己的研究“帝国”，但只有愿意尝试和探索一种不同于前且高度合作的方法的教员，才会在研究所顺利开展研究并取得成就。在学科构成上，其学术研究和技术创新都是多学科知识集成的成果，如研究所至少跨两个学科群（指物质科学、生命科学、工程科学两两跨越）的科研很普遍，其跨学科群学科共现对 58 对，占学科共现对总量的 28.6%^[8]。

然后，在质量控制规范方面，会聚研究认可学术和市场双重评价。威斯研究所成立时确立的成功标准包括学术上的，比如发表有影响力的科学、技术文献，以及世界一流的教师、学生和研究人员招聘等，同时，也根据创造的专利组合以及发展生产性企业联盟、许可协议和新创办企业的能力进行评估。在威斯研究所首页，发表科学文献、技术专利、技术许可、新创办企业等都被放在醒目的未知予以展示和宣传。

最后，与其他社会领域互动方面，会聚研究着力构建支持科研以及促进科学发现向新形式创新和新产品转化过程中涉及的合作伙网络。这在威斯研究所的技术转化模型、业务开发团队、高管层设置都有表现。研究所的技术转化模型是一个集术创新、概念验证、技术改进、商业化于一体的“创新漏斗”。再者，威斯研究所的业务开发团队中，有几位同时也是哈佛大学技术管理办公室的人员，他们为研究所提供知识产权管理、战略规划方面的支持，另有一位专门与各制药公司、大学和联邦政府开展和保持合作关系的负责人。同时，威斯研究所管理团队中的行政和运营团队，设置法律、人力、财务、传播、技术、关系、采购等 10 个高级职务，都是从校内外招募有 8-20 年工作经验的领域内专业人士担任，这极大保证了研究所的社会合作伙伴网络的建立、维护和高效流动。

表 3 知识生产视角下会聚研究与经典研究比较简表

	具体内容	会聚研究	经典研究
认知方面	研究议程（研究内容）	问题驱动（无论是来自深层次的科学问题还是迫切的社会需求）。 科学家（包括博士生、研究生等学生）、工程师、企业家、政府工作人员、投资机构和其他合作伙伴共同找出需要解决的问题。	问题驱动。（科学问题为主，越来越重视社会需求问题） 科学共同体主导； 业界资助或甲方要求情况下，兼与业界、政府等磋商。
	研究方法（团队合作，跨/超学科）	大规模跨学科团队； 合作方式灵活，兼聘普遍；阶段性聘用各级别研究人员占比高。 各学科深度集成； 协同整合生命科学、物质科学、工程科学等众多专业领域的知识、工具和思维方式，构建全面综合的框架，追求知识进步（拓展知识前沿）、技术创新（创造更多工具）并激励科学发现不断向实际应用转化。	以学科为主的团队，越来越重视跨学科团队构建； 全职员工为主。 学科内研究； 跨学科研究，任意两个以上学科或专业知识团体的信息、数据、技术、工具、观点、概念和（或）理论整合起来，以推进基本的认识或解决那些不能用单一学科或研究领域来解决的问题。
	认识论（全社会健全的知识）	-	-
组织方面	学科地图（学科交叉融合/互动相关安排）	生命科学（及生物医学）、物质科学、工程科学、数学、计算科学等为主体，综合人文、社会、艺术等。	大多按照学科领域组织；交叉研究组织中，根据研究领域，存在两个及以上学科或专业知识团体。
	科学家的价值观/道德（反思）	-	-
	质量控制规范（超越同行评议）	同行评议；市场检验	同行评议
与外部关系方面	与其他社会领域（行业，政府）的互动	多元、规模大，构建合作网络，强调交互的频繁性、有效性	较单学科研究广泛，但容易是同质主体互动，如各个高校、院所的联合
	是否纳入非专业知识（参与）	-	-

注：经典研究指原有其他研究形式。

四、结论与启示

本文以 Hessels 和 Lente 的知识生产理论比较框架为指导，选取有公认会聚研究特征、实践成效较充分的威斯研究所为案例，通过对其科研领域、科研模式、科研团队及治理架构的详细梳理和归纳，分析会聚研究在认知、组织、外部关系等方面的特征，主要结论有：1）认知方面，会聚研究由问题驱动，并清晰指出“问题”是深层次的科学问题或迫切的社会需求问题；2）组织方面，会聚研究强调大规模学科的深度集成，形成综合的、统一的新体系或框架，以指导认识或问题的解决，认可学术和市场双重评价；3）外部关系方面，会聚研究着力构建支持科研以及促进科学发现向新形式创新和新产品转化过程中涉及的合作伙伴网络。

会聚研究作为一种新型研究类型和研究组织类型，其在认知、组织、外部关系等方面的特征给我们带来如下启示：1）对科学和经济社会发展之间的反馈关系予以关注，重视科学问题和经济社会发展问题两类问题驱动的研究；2）加强学科交叉融合、尤其是跨大门类的学科间知识的交叉融合相关规律的研究，科研管理适当加入或提高市场评价比重；3）科研机构或管理机构应适当延长科研链条，不仅重视学术共同体构建，也应重视研发创新过程中的伙伴关系构建。

参考文献：

[1]Roco M C, Bainbridge W, NSF.Converging technologies for improving human performance [R]. Kluwer Academic Publishers,2002.

[2]李晓强, 张平, 邹晓东. 学科会聚: 知识生产的新趋势[J]. 科技进步与对策, 2007, 24 (6): 112-115.

[3]伍蓓, 陈劲, 蒋国俊, et al. 学科会聚的起源、模式及影响因素分析[J]. 高等工程教育研究, 2008 (02): 79-84.

[4]左金凤, 温新民. 学科会聚、交叉与科研平台建设[J]. 科学学研究, 2005, 23 (S1): 11-15.

[5]NSF. 10 Big Ideas for Future NSF Investments: Growing Co

nvergence Research[Z/OL].https://www.nsf.gov/news/special_reports/big_ideas/convergent.jsp, 20191212.

[6]Council N. Convergence: Facilitating transdisciplinary integration of life sciences, physical sciences, engineering, and beyond [M]. US: National Academies Press, 2014.

[7]张琳, 彭玉杰, 社会英, 黄颖. 技术会聚: 内涵、现状与测度——兼论与学科交叉的关系[J]. 图书情报, 2021, 65 (01): 91-101.

[8]任静静, 赵兰香, 姚圣文, 李梦柯. 学科会聚的知识结构与过程研究[J]. 科学学研究, 2021, 39 (01): 21-32.

[9]林成华, 徐瑞雪. 大科学时代的会聚研究——美国“大学主导”的重大挑战计划科研模式创新与启示[J]. 教育发展研究, 2020, 40 (01): 68-76.

[10]王雪, 张涵. 会聚科学优先领域遴选方法探析[J]. 科学学研究, 2020, 38 (11): 1928-1936.

[11]Hessels LK, Lente HV. Re-thinking New Knowledge Production: A literature review and a research agenda[J]. Research Policy, 2008, 37 (4): 740-760.

[12]TolikasM, Antoniou A, Ingber D E . The Wyss Institute: A new model for medical technology innovation and translation across the academic-industrial interface [J]. Bioengineering & Translational Medicine, 2017, 2: 247-257.

注释：

①如辉瑞、阿斯利康、葛兰素史克公司、顶点公司、生物源公司、宝洁、道化学、普惠公司、IBM 等。

②另外 3 位是哈佛大学技术发展办公室的成员，嵌入 Wyss 所工作，不确定是否兼聘。哈佛大学技术发展办公室官网：https://otd.harvard.edu/about-otd/team/#collapseFive，数据采集日期：2022 年 3 月。

作者简介：任静静（1984.1）女，汉，山东滨州，博士 研究方向：创新政策 思政教育，现有职称：讲师。