

面对面交流平台中的隐性知识传递机制

——基于卡文迪什实验室的案例分析

张桂芳¹ 吴戈² 周程¹

(1. 北京大学科学与社会研究中心, 北京 100871; 2. 北京大学工学院, 北京 100871)

摘要: 破解隐性知识的传递机理是寻求知识创新与管理途径的必要前提。本文以J.J.汤姆逊管理时期的卡文迪什实验室为例, 分析不同种类的隐性知识在面对面交流平台中的传递路径。研究发现: 开放式的面对面交流平台有助于基础研究部门隐性知识的传递。其中, 与实验相关的辅助技能型隐性知识主要通过外界同行的面对面交流被个体整合利用, 关于选题和实验方法的核心技能型隐性知识及其背后体现的思维和理念的认知型隐性知识则主要通过师徒之间的面对面交流被个体内化吸收。认知型隐性知识相比技能型隐性知识, 对促进知识创新和管理具有更深远的价值。技术守门人首先要保证能充分调用技能型隐性知识的资源以备科学共同体研究之需, 其次是努力塑造科学共同体的研究惯例和文化氛围。本研究有助于科研单位或组织通过理解隐性知识的传递机理, 优化其知识创新与管理的流程体系, 提升绩效水平。

关键词: 隐性知识; 传递; 交流平台; 技术守门人; 基础研究

中图分类号: F273

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2014.06.005

Tacit Knowledge Transfer Mechanism on the Face-to-face Communication Platform: A Case Analysis on Cavendish Laboratory

Zhang Guifang¹, Wu Ge², Zhou Cheng¹

(1. Center for Social Studies of Science, Peking University, Beijing 100871; 2. College of Engineering, Peking University, Beijing 100871)

Abstract: To understand the transfer mechanism of tacit knowledge is a precondition for knowledge innovation and management. This passage chooses Cavendish laboratory in the charge of J.J. Thomson as the case and analyses the transfer routes of different kinds of tacit knowledge. It indicates: an effective transfer of tacit knowledge in R&D departments to large degree depends on the openly face-to-face communication platform. The auxiliarily skilled tacit knowledge is integrated and employed by the individual through external communication platform, while the critical skilled tacit knowledge like experiment method and the cognitive tacit knowledge like experiment thought are learned and absorbed by the individual through internal communication platform. Compared to the skilled tacit knowledge, the cognitive tacit knowledge has

作者简介: 张桂芳(1990-), 女, 北京大学哲学系硕士研究生, 研究方向: 科学的社会研究, 知识管理; 吴戈(1989-), 男, 北京大学管理科学与工程博士生, 研究方向: 创新管理, 服务科学; 周程*(1964-), 男, 东京大学交叉科学系(科学技术基础论方向)博士, 北京大学哲学系教授、博士生导师, 研究领域: 科学技术与社会、创新管理与科技政策。

基金项目: 国家创新方法工作专项“科研项目知识产权管理创新的方法研究与应用示范”(2012IM040400)。

收稿日期: 2014年10月10日。

a more far-reaching impact on basic research efficiency. A technological gate keeper firstly ensure to mobilize the resources of skilled tacit knowledge for the research need of scientific communities, secondly and more profoundly shape the research routines and cultural atmosphere of scientific communities. This research is helpful for research institutes to improve performance of knowledge innovation and management.

Key words: tacit knowledge, transfer, communication platform, technological gate keeper, basic research

1 引言

1996年, 经济合作与发展组织(OECD)首次提出“知识经济”(knowledge-based economy)的概念^[1], 表明知识已取代土地、劳动力和资本, 成为基础经济资源^[2]。为此, 设法推动高校、国家实验室等公共研究机构创造更多知识, 已逐渐成为国家经济发展的战略目标。我国重大科研项目的知识创新和知识管理也已经成为一个重要的研究课题。通过研究发现, 在知识创新和管理的过程中, 隐性知识往往发挥重要的作用。回顾20世纪重要的知识策源地可见, 两个基础实验室——英国的卡文迪什实验室和美国的贝尔实验室几乎囊括了当时各类重大的知识发现和创新发明^[3]。这两大实验室在长期研究过程中已形成了各自独特的行动、惯例、责任、愿景、价值和情感, 这些要素由于难以通过语言表达而固化在实验室个体的行为之中, 不易被外界学习与模仿, 成为了理解实验室持续高产现象的“黑箱”。因此, 破解隐性知识的传递机理是寻求知识创新和知识管理的必要前提。

关于隐性知识传递的研究早已不是新的话题, 知识管理界甚至把野中郁次郎(Nonaka)提出的隐性知识流动与转化模型(SECI)视为主流观点, 但近些年越来越多的研究反思隐性知识的概念及种类的模糊性, 直接冲击了隐性知识传递主流模型假设的合理性。而哲学、社会学等其他领域则为隐性知识的界定及微观研究方法提供相对完整的理论。这对完善已有的隐性知识传递机理的研究无疑具有重要的启发意义。

2 文献回顾

2.1 隐性知识的概念

隐性知识的概念起源于Polanyi(1958)对

知识种类的划分, 其认为知识有三类: 一类是显性知识, 显性知识是可以编码和结构化的; 一类是隐性知识, 隐性知识存在于人的大脑和身体中, 是无意识的知识; 还有一类知识介于两者之间^[4]。由于Polanyi提出的隐性知识定义并不明晰, 关于其概念的界定吸引了哲学、认知学、心理学、经济学、管理学等多个领域的学者参与讨论。早期的学者认为隐性知识起源于个体对外部世界的感知, 其是高度个人化的, 难以用文字或动作表达, 体现在个人无意识中所遵循的经验规则, 例如实践习惯和技术诀窍、偏好和态度、工作方式和目标等^[5-12]。随后, 组织理论的研究学者将隐性知识从个体属性拓展到组织层面, 认为组织也存在与个人的实践经验和技能相对应的隐性知识, 名为“组织惯例”^[12-17]。

2.2 隐性知识的种类

现有关于隐性知识的分类标准主要集中于3类: 隐性知识可编码程度、隐性知识内容和隐性知识的载体^[12,17-25]。其中, 按照知识内容和载体的标准划分隐性知识是目前学术界的主流视角。例如, Nonaka(1994)从技能和认知两个维度进行细分, 提出技能方面的隐性知识包括非正式的、难以表达的技能、技巧、经验和诀窍等, 认知方面的隐性知识包括信仰、理念、思维模式和价值观体系等^[11]。Collins(1993)和Blackler(1995)增添了知识载体的维度, 将隐性知识划分为个体技能型隐性知识、个体认知型隐性知识、组织技能型隐性知识与组织认知型隐性知识^[22-23]。

2.3 隐性知识的传递过程

隐性知识存在于人的大脑中, 隐性知识与个体的高度依附性决定了其传递的主要方式是人与人之间面对面的接触^[18,26], 科学知识社会学采用的实验室观察法为隐性知识传递提供了研究方法

表1 基于不同视角的隐性知识的内涵

主要视角	隐性知识的内涵	主要学者
哲学、认知学	是个人心智模式,来自于个体对外部世界的判断和感知,所感知到的事物能明确认识,却不能完全清晰地表达,所有的理解都基于人们的内心留住	Polanyi,1958
法理学、经济学	是难以用语言和文字加以阐明的、但实际上为人们所遵循着的规则,这些规则包括人们的习惯和技术、偏好和态度、工具和制度等	Hayek,1945
心理学	是以行动为导向的知识,能促使个人实现价值目标,能反映个体从经验中学习的能力以及在追求和实现个人价值目标时运用知识的能力	Sternberg,1999
管理学	是难以用语言或动作表达也难以收集、交流和传播的知识,其存在于个体的潜在素质中,包括个体的经历、修养、知识层次、创新意识等内在因素,并植根于实践经验和技能中,通过演示才能证明其存在,且通过观察及干中学的训练才能转移。其散布在员工和部门之间,内嵌在工作经验、目标洞见、共同愿景、信仰里	彼得·德鲁克,2000; Leonard & Sensiper, 1998;Fleck,1996; Noh, 2000; Nonaka, 1994;肖振红和李妍, 2014
组织理论	是集体共有的组织惯例,表现为组织拥有的默契、协作能力、集体工作方式等,相当于个体属性中的实践经验和技能,需要组织中的个人通过干中记来掌握这类知识。此外,企业拥有企业文化、价值体系、共同愿景等也构成另一类集体隐性知识	Nelson&Winter,2002; Spender, 1993; Johnson, 2002; 张庆普和李志超,2002; 郭瑜桥等,2007

资料来源:作者整理。

表2 基于不同视角的隐性知识的分类

主要视角	隐性知识的内涵	主要学者
可编码程度	可编码的隐性知识、不易编码的隐性知识、不能编码的隐性知识	郭瑜桥等,2007
	还没有被形式化的隐性知识、不能被形式化的隐性知识	Hedesstrom & Whitley,2000
	真隐性知识、伪隐性知识	汪应洛等,2002
内容	技能方面的隐性知识(技能、技巧、经验和诀窍等)、认知方面的隐性知识(信仰、理念、思维模式和价值观体系等)	Nonaka,1994
	情感方面的隐性知识、言语理解的隐性知识、可具体化的隐性知识、专家拥有的隐性知识、人际之间的隐性知识、社会习俗的隐性知识	Perkins,2001
	隐性理解、隐性程序、隐性规则	Eraut,2000
载体	个体植根型隐性知识(个人技能)、个体认知型隐性知识(个人认知)、组织植根型隐性知识(组织实践)、组织认知型隐性知识(组织理念)	Collins,1993; Blackler,1995
	个体隐性知识(技术诀窍、心智模式、处理问题方式)、组织隐性知识(组织惯例)	Lubit,2001
	个体隐性知识(基于身体的隐性知识、基于言语的隐性知识、基于认知个体元认知的隐性知识、基于社会文化的隐性知识)	黄荣怀和郑兰琴,2004
	个人隐性知识(技能、经验、情感)、组织隐性知识(管理、环境)	肖振红和李妍,2014
认知程度	蓄意忽视的隐性知识、无意忽视的隐性知识	Hall & Andriani,2003
知识创新的起源	物化的隐性知识、自我超越的隐性知识	Scharmer,2001
显隐知识之间的连续性	无意识的知识、能够意识但不能通过语言表达的知识、能够意识并且能通过语言表达的知识	Von Krogh et al., 2000

资料来源:作者整理。

上的支持。而在知识管理领域, Nonaka (2001) 建立的隐性知识流动与转化模型 (SECI), 说明隐性知识传递过程包括社会化、外部化、综合化、内部化4个阶段, 整个过程在“场”(在这里可以理解为“情景”)中完成^[27], 从而较全面地解释了隐性知识实现个体到组织转移与积累的机理, 已经不再局限于个体与个体之间的知识转移。然而, 由于该模型立足于组织的宏观层面, 难免忽略一些微观而重要的问题^[28-32], 如不同种类的隐性知识在传递过程中其交流情景、媒介、对象和反馈方式等有何不同的特征? 特征差异如何影响其传递方式选择? 现有隐性知识的概念和种类界定尚未统一, 何以说明SECI模型对隐性知识的整体解释是合理的?

2.4 简要评述

隐性知识与显性知识之间存在中间地带——可显性化的隐性知识, 这类知识具有双重身份和模糊边界, 这是隐性知识概念一直没有达成一致定论的重要原因。然而, 从个体到组织层面理解隐性知识的内涵是共同的认识趋势。而知识管理界主流的SECI模型为理解隐性知识如何在组织层面实现累积与增长提供了很好的启发, 但该模型局限于宏观的描述, 对于不同种类的隐性知识在传递过程中的特征与路径的差异并没有予以更进一步的揭示, 而对这些问题的回答恰恰说明隐性知识实现个体到组织转移现象的合理性的基础, 因此回归知识社会学的实验室人类学微观研究的视角是重要的。

3 研究设计

本文研究的出发点是分析基础研究中隐性知识的传递方式。鉴于隐性知识概念的已有研究, 本文将可显性化的隐性知识纳入隐性知识概念中, 区分显性知识和隐性知识的标准则为是否已经通过语言或行为表述并体现于纸、光盘、磁带、磁盘等客观存在的载体介质上^[17]。故隐性知识可定义为: 由于难以甚至不能用语言或行为表述而未体现在客观存在的载体介质上, 但实际上被人们内心遵循着的一系列规则。

结合现有隐性知识分类的两种主流视角, 本文将隐性知识细分为4种类型: 个体技能型(实践经验、技术诀窍)、个体认知型(灵感和思维模式、偏好和态度、个人信仰)、组织技能型(组织惯例、集体工作方式)、组织认知型(组织环境、文化氛围、共同价值)。在此基础上, 采用纵向的单案例微观研究方法, 以便更好地刻画不同类别隐性知识的传递路径。

3.1 案例选择与资料采集

数据的可获得性、典型性和研究便利性是案例选择的重要考察因素^[33-34]。本文也据此最终选择汤姆逊时期的卡文迪什实验室作为案例研究的样本。

(1) 纵向数据可获取性。英国卡文迪什实验室是世界上最著名的科学研究机构之一, 其在1900年至1978年期间共培养了25名诺贝尔得奖者, 对20世纪物理学的发展做出重大的贡献, 关于其科学发现历史、成功经验、科学人才培养模式等得到学者和政府的广泛关注^[35], 可以保证其隐性知识交流数据的可获得性。

(2) 案例典型性。一方面, 汤姆逊时期的卡文迪什实验室实现了由系到世界原子物理学中心的转变, 并形成卡文迪什学派, 是知识重镇快速形成的典型成功案例; 另一方面, 汤姆逊历任7届卡文迪什教授, 长达35年, 任期最长, 共培养出6名诺贝尔奖获得者、27名皇家学会会员^[36-38], 在培养人才与科研管理方面具有独特的诀窍。

(3) 案例研究便利性。作者所在高校拥有丰富全面的关于卡文迪什实验室的发展历史、物理学史、诺贝尔得奖者回忆录等二手资料, 其中伦敦外方合作出版社1986年出版的《The Life in Science》、纽约科学史出版社1974年出版的《The Cavendish Laboratory》及德国纳布出版社2010年出版的《Leadership and Creativity: A History of the Cavendish Laboratory》作为作者对卡文迪什实验室进行微观分析的主要外文文献资料, 附之以国内对卡文迪什实验室研究较深入的一些学者的成果如闫康年的《英国卡文迪什实验室的传统与学风》《卢瑟福与现代科学的发展》等

作为补充文献；此外，作者所在的研究小组与英国科技史专业的研究人员具有良好的合作关系，便于搜集关于卡文迪什实验室教授手稿、日记等一手资料的影印文件以作补充。

3.2 案例分析策略

本文考察对象为J.J.汤姆逊（1906年获诺贝尔物理学奖）及其6名学生，具体包括卢瑟福（1908年获诺贝尔化学奖）、劳伦斯·布拉格（1915年获诺贝尔物理学奖）、巴克拉（1917年获诺贝尔物理学奖）、阿斯顿（1922年获诺贝尔物理学奖）、威尔逊（1927年获诺贝尔物理学奖）、理查森（1928年获诺贝尔物理学奖）。

本文此前已对隐性知识重新划分为4种类型，接下来将从资料库中遴选J.J.汤姆逊及其6名学生在各自研究过程中与他人面对面接触的细节，具体包括交流媒介、对象、情景和反馈，将7人的隐性知识传递特征进一步整合为隐性知识传递路径即实验室交流平台，分析该平台的整体特点，总结不同类别的隐性知识的传递方式；最后，考察技术守门人在整个交流平台中的作用。

4 案例分析与讨论

通过梳理J.J.汤姆逊管理时期卡文迪什实验室诺贝尔得奖者在研究过程与他人接触的细节（表3）并绘制成图，本文发现其隐性知识的传递路径呈现两种不同的面对面交流机制（图1）。一方面，在实验室内（以灰色实线表示），汤姆逊与其学生的交流呈现出双向互动的特征，J.J.汤姆逊主要向其学生传递“选题战略”的思维模式（个体认知型隐性知识），并通过强调“自制仪器”的实验惯例（组织技能型隐性知识）向学生灌输“独立研究”的研究理念（个体认知型隐性知识），学生通过自主学习向J.J.汤姆逊反馈其个人的研究技能（个体技能型隐性知识）。在这一内部交流平台上，J.J.汤姆逊成为交流平台的核心，其与学生的交流十分紧密。另一方面，J.J.汤姆逊通过建立物理学会、实验室茶会等外部交流平台（以蓝色虚线表示），间接为学生提供机会以吸收或者整合内嵌在个体身上的前沿思想和实验诀窍（个人技能型隐性知识），并借助此平台强化

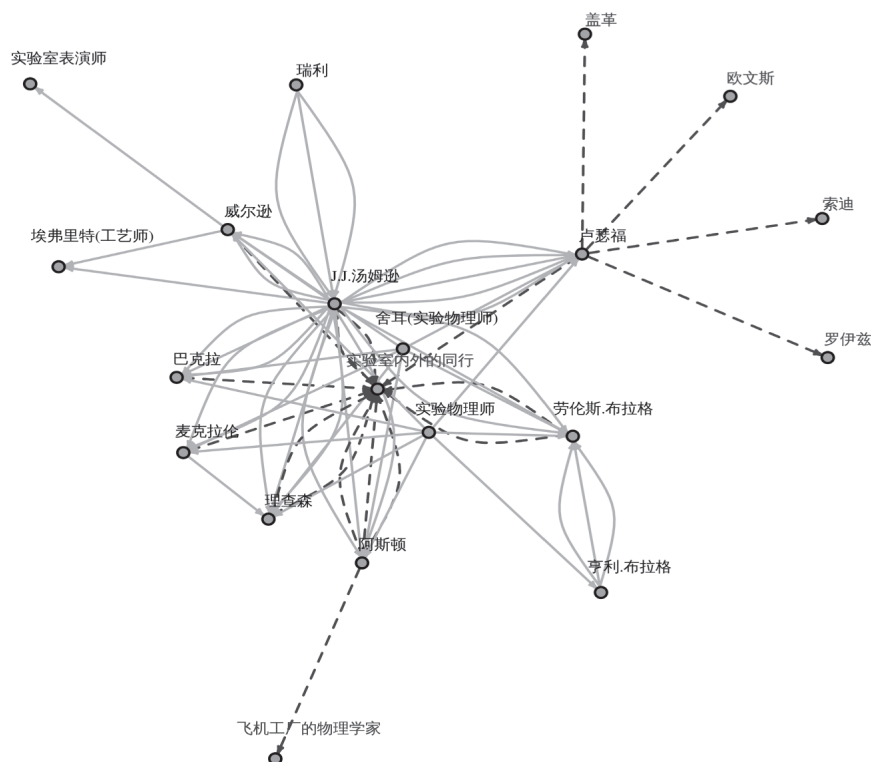


图1 J.J. 汤姆逊与六名学生研究过程中隐性知识的传递路径图

表3 J.J.汤姆逊与六名学生研究过程中隐性知识的传递路径

事件	主体	交流媒介	交流对象	交流情景	交流反馈
J.J.汤姆逊发现电子过程中与他人的接触状况	J.J.汤姆逊	面谈	埃弗里特	在实验室里共同探索获得更高真空的方法	J.J.汤姆逊获得个体技能型隐性知识：阴极射线由带电粒子组成的秘诀
	J.J.汤姆逊	演讲	实验室内外的同行	皇家研究所星期五演讲晚会	J.J.汤姆逊获得个人认知型隐性知识：追求事实的信念
	瑞利	讲授	J.J.汤姆逊	电磁理论的系统研究	J.J.汤姆逊获得个人技能型隐性知识：电磁学与热学之间的关联性
	瑞利	面谈	J.J.汤姆逊	讨论整理麦克斯韦名著《电磁学理论》第三版	J.J.汤姆逊获得个人技能型隐性知识：电磁学学科有待深入研究的方向
	瑞利	面谈	J.J.汤姆逊	J.J.汤姆逊负责实验室实体工作，选择研究课题、指导成员开展工作等	J.J.汤姆逊获得个人认知型隐性知识：实验室管理的思路
	J.J.汤姆逊	面谈	20位研究生	在实验室讨论班中，对研究生提出的问题和建议立即给出回答	1) 研究生获得个人认知型隐性知识：选题思维；2) 实验室获得组织认知型隐性知识：敢于批判氛围
	20位研究生	非正式讨论	任何人	卡文迪什物理学会，对任何新发现立即讨论	报告人获得个人技能型隐性知识：他人对新发现所提出的新研究方向
	J.J.汤姆逊	非正式讨论	任何人	实验室每月茶会，讨论物理以外的任何话题	实验室获得组织认知型隐性知识：包容吸收多种思想的价值理念
	J.J.汤姆逊	唱歌	20位研究生	第一次卡文迪什宴会，音乐选取流行歌曲，内容与实验室生活相关	实验室获得组织认知型隐性知识：形成开放活泼的实验室文化
	J.J.汤姆逊	面谈	全体学生	反复试验，要求自制大部分需要使用的仪器	1) 学生获得个人技能型隐性知识：实验设计诀窍；2) 学生获得个人认知型隐性知识：独立研究的学术态度；3) 实验室获得组织技能型隐性知识：自制仪器的实验惯例
卢瑟福放射性研究过程中与他人的接触状况	舍耳	讲授	全体学生	为实验教学设计新颖的基础实验	1) 学生获得个人技能型隐性知识：实验设计诀窍；2) 学生获得个人认知型隐性知识：实验设计理念
	J.J.汤姆逊	面谈	卢瑟福	探讨无线电探测器商业化的可能和卢瑟福研究选题	1) 卢瑟福获得个体技能型隐性知识：技术商业化考虑；2) 卢瑟福获得个体认知型隐性知识：选题战略
	J.J.汤姆逊	面谈	卢瑟福	在实验室中进行X射线导致气体导电实验	卢瑟福获得个体技能型隐性知识：实验的操作过程
	J.J.汤姆逊	面谈	卢瑟福	讨论是否接受麦克吉尔物理实验室教授的邀请	卢瑟福获得组织认知型隐性知识：荐才的传统
	卢瑟福	面谈	欧文斯	在实验室中进行钍和铀的放射性研究	卢瑟福获得个人技能型隐性知识：化学实验基本原理
	卢瑟福	面谈	索迪	在实验室中进行射气和放射性的研究	卢瑟福获得个体技能型隐性知识：放射性元素性质及关系
	卢瑟福	面谈	盖革	在实验室中计算镭放射的 α 粒子	卢瑟福获得个体技能型隐性知识：计算镭放射 α 粒子的方法
	卢瑟福	面谈	罗伊兹	在实验室探寻 α 粒子本质	卢瑟福获得个体技能型隐性知识：实验的操作过程

续表

事件	主体	交流媒介	交流对象	交流情景	交流反馈
布拉格父子以X射线研究晶体结构的过程中与他人的接触状况	J.J.汤姆逊	面谈	劳伦斯·布拉格	在实验室中指导研究离子在各种气体中的迁移率	劳伦斯·布拉格获得个体技能型隐性知识：实验的操作过程
	物理实验师	讲授	实验室研究生	在实验室讲授实验课程	劳伦斯·布拉格获得个体技能型隐性知识：实验设计诀窍
	亨利·布拉格	非正式讨论	劳伦斯·布拉格	度假期间讨论X射线的粒子性还是波动性问题	劳伦斯·布拉格获得个体认知型隐性知识：选题思维
	劳伦斯·布拉格	演讲	实验室内外的同行	在剑桥哲学学会报告晶体对短波长电磁波的衍射过程	劳伦斯·布拉格获得个体技能型隐性知识：选择结构更简单晶体作重复实验的方法
	亨利·布拉格	面谈	劳伦斯·布拉格	在实验室中讨论不以X射线替代短波长电磁波术语的原因	1) 劳伦斯·布拉格获得个体技能型隐性知识：简单的检查方法；2) 亨利·布拉格获得个人认知型隐性知识：选题思维
	亨利·布拉格	面谈	劳伦斯·布拉格	在实验室进一步设计X射线分光计	劳伦斯·布拉格获得个体技能型隐性知识：实验方法的设计
巴拉克发现作为元素特征的二次X射线的过程中与他人的接触状况	J.J.汤姆逊	面谈	巴克拉	探讨巴克拉研究选题	巴克拉获得个体认知型隐性知识：研究选题战略
阿斯顿发明质谱仪的过程中与他人的接触状况	J.J.汤姆逊	面谈	阿斯顿	在实验室讨论阳极射线实验设计思路和不足之处	阿斯顿获得个体技能型隐性知识：实验方法的设计
	阿斯顿	非正式讨论	飞机工厂的物理学家	讨论阳极射线的问题	阿斯顿获得个体技能型隐性知识：与阳极射线有关的多种视角的解释
	阿斯顿	演讲	实验室内外的同行	在皇家学会上汇报正射线研究发现时受到J.J.汤姆逊的质疑	阿斯顿获得个体认知型隐性知识：追求事实的信念
	阿斯顿	讨论	实验室内外的同行	讨论关于其他元素同位素的发现	实验室获得组织认知型隐性知识：坚持真理不迷信权威的科学传统
威尔逊发明云室的过程中与他人的接触状况	J.J.汤姆逊	面谈	威尔逊	探讨威尔逊研究选题	威尔逊获得组织认知型隐性知识：鼓励发挥特长、自由探索的精神
	威尔逊	面谈	埃弗里特	在实验室中讨论云室技术的用途	埃佛勒特获得个体技能型隐性知识：气体导电实验可利用云室技术的秘诀
	威尔逊	面谈	实验室其他表演师	在实验室分享实验设计心得	1) 威尔逊获得个体技能型隐性知识：实验方法的设计；2) 威尔逊获得组织认知型隐性知识：自制仪器的实验惯例
理查森研究热电子现象的过程中与他人的接触状况	J.J.汤姆逊	面谈	理查森	讲解电子荷质比的实验方法	1) 理查森获得个体技能型隐性知识：实验方法的设计；2) 理查森获得个体认知型隐性知识：电荷本质的理念
	麦克拉伦	讨论	理查森在内的实验室研究生	交流电流不受气体性质和压强变化影响的原因	理查森获得个体技能型隐性知识：热粒子现象的特性秘诀
	理查森	演讲	实验室内外的同行	剑桥哲学学会上宣布电流和时间的函数关系的发现	理查森获得个体技能型隐性知识：电流和时间函数关系更进一步研究的方向

资料来源：作者概括整理，内容参考了Mott N F, The Life in Science的第2.3.4节；Growther J G, The Cavendish Laboratory 1874-1974的第16和第24节；Dong-Won Kim, Leadership and Creativity: A History of the Cavendish Laboratory的第1节；闫康年，英国卡文迪什实验室的传统与学风；闫康年，卢瑟福与现代科学的发展；孙倩，J.J.汤姆逊与卡文迪什实验室。

“爱惜人才、轻松活泼”的实验室文化氛围（组织认知型隐性知识）。在这一外部交流平台上，实验室内外同行是其核心，也是J.J.汤姆逊学生吸收和整合外部思想的关键来源。

4.1 开放式的面对面交流平台有利于隐性知识传递

Nonaka的SECI模型是一个封闭的知识传递系统，隐性知识先由个人通过交流传递给个人，个人再把其隐性知识以显性化的方式表达出来，让整个团队很快地获得这种易见性知识，再通过团队与团队之间的交流统一成组织的成文规范，最后灌输到个人，整个过程是“承上启下”式的，并没有与组织外界发生互动作用^[31-32]。但卡文迪什实验室的实践印证了实验室与外界交流的重要性，实验室提高隐性知识增量的过程依赖老师与学生之间的传承以外，还保持与外界同行密切交流的频率。显然，这种知识传递机制所依托的面对面交流平台具有开放式的特点。跨实验室的交流不仅能弥补彼此研究领域交叉方面的认知盲区，更重要的是无形中创造很多合作的机遇，使彼此在合作的过程中习得技能型隐性知识，从而建立全新的知识体系。例如，得益于其导师汤姆逊所搭建的交流平台，卢瑟福得以在麦克吉尔与索迪合作研究从而发现射线的本质^[39]。

4.2 师徒之间面对面的交流平台以传递认知型隐性知识为主

在传统视角看来，基础研究室关注的是对自然界的发现，如何发现和观察世界的诀窍必然是学生拜师学艺的关键所在，学生也主要通过干中学的方式习得这些诀窍^[12]。但在卡文迪什实验室里，导师并非手把手地教学生，指导他们如何设计实验，因为这些都可以从实验室前人留下的大量完整的实验手稿中获知。相反，导师的主要工作是探测科学研究的前沿方向，提供很有研究前景的问题域，并要求学生学会自制实验仪器以设计不同的实验方案来攻克相应的难题。在这个自我摸索的过程中，学生领悟实验设计背后的逻辑和思考方式，这正是创新所必须的。J.J.汤姆逊发现电子的阴极射线管、卢瑟福发明无线电用的

检波器、阿斯顿的质谱仪、威尔逊的云雾室等就是此自制仪器的培养传统的产物^[38-41]。

正如麦克斯韦所言“让学生自己努力去克服种种困难，教师与其把这些困难给他移去，不如鼓励他与之斗争为好”^[42]，卡文迪什实验室的导师传授给学生更多的是选择一项有价值的研究而应具备的思维方式以及独立思考、独立工作的实验素养，这是个体认知型隐性知识。而导师传授给学生的技能型隐性知识主要是自制仪器的组织惯例，而这种自制仪器的方式在当今很多物理实验室看来是多余的行为。高精密仪器带来的实验结果更加精确，能节省大量实验的时间，却放松了思考，而这种思考往往又是通向新发现的必要渠道。

4.3 与外界同行面对面的交流平台以整合技能型隐性知识为主

SECI模型展现了隐性知识经历“个体—团队—组织—个体”流转而深化的过程，但并没有解释模型得以运行的前提条件，即何种隐性知识才有进入传递系统的必要。通过案例分析发现，一些与实验相关的辅助性技能型隐性知识并没有传递到更多的学生当中，例如汤姆逊在遇到“实验装置真空度不高”的问题直接求助于工艺师，让工艺师一起协助其实验工作^[42]，而非专门完整地学习实验装置设计要领再开展实验。

与自制仪器诀窍所不同的是，实验装置设计由专门的职业人员即工艺师来负责，由于其主要涉及装置本身可靠性和精确度的问题，与实验原理的关联度不高，故无需视其为消化吸收的对象。卡文迪什实验室师生关键是要知道实验所需的相关隐性知识的载体在哪里，再利用实验室的知名度和声望来吸引相关人才，从而整合相关专业的知识完成一项课题。例如，汤姆逊发现其学生卢瑟福那高超的动手能力是其所缺乏的，就邀请卢瑟福合作进行气体导电的实验研究；卢瑟福发现索迪所具有的化学知识能够弥补其不足，就邀请索迪协作进行放射性的实验研究；理查森通过与库克的合作，才确定理查森定律成立的基本前提^[43-46]。

4.4 技术守门人是建立开放式的面对面交流平台的关键

J.J.汤姆逊作为技术守门人的一个重要作用是发现了十分有价值的科学前沿突破口,围绕着气体导电研究能产生许多有待学生独立研究的子课题,一旦这些子课题有所突破,都将成为实验物理发展的重要分支,因此卡文迪什实验室可以持续多年走在世界科学前列。其第二个重要作用是建立了十分庞大的人际交流圈,其中包括其他高校物理系知名管理者与学者、技术精湛的实验表演师、实验设备工艺师、化学家等。所以,其学生更可能在最短时间内学习和吸收世界最前沿的学科思想,还可到更大的平台最快地锻炼自己的科研管理能力,学习如何整合其他优秀的资源帮助自己完成研究的需要,因此卡文迪什实验室可以持续产生许多重大的创新。传统视角往往认为J.J.汤姆逊第二种做法存在巨大的风险:人才大量流失而导致实验室失去竞争优势^[7]。但卡文迪什实验室的经验表明,开放平台对实验室所带来的创新效应是巨大的,其相比封闭的平台更利于个体积累隐性知识,而基础研究复杂的特点决定一项研究不能仅依靠个体的隐性知识,还需要整合他人的知识资源。

5 结论与展望

卡文迪什实验室通过建立开放式的面对面交流平台实现了个体和组织层面的技能型隐性知识和认知型隐性知识的传递和积累。其中,与实验相关的辅助技能型隐性知识主要通过外界同行的面对面交流被个体整合利用,关于选题和实验方法的核心技能型隐性知识及其背后体现的思维和理念的认知型隐性知识则主要通过师徒之间的面对面交流被个体内化吸收;认知型隐性知识相比技能型隐性知识,对促进知识创新和管理具有更深远的价值;技术守门人首先要保证能充分调用技能型隐性知识的资源以备科学共同体研究之需,其次是努力塑造科学共同体的研究惯例和文化氛围。

我们在上述案例发现的基础上,就隐性知识领域两个主流观点做进一步的补充,并凝练出相

应的两个结论。

(1)封闭的交流系统是保护隐性知识不外溢而有利于其积累的保证。本研究从J.J.汤姆逊与其学生的交流记录中进一步发现,在隐性知识当中,认知型隐性知识如“选题战略”的思维模式、“独立研究”的学术态度等相比技能型隐性知识更强调对“特定情景”有深刻的理解,因此认知型隐性知识更需要在相对封闭的内部交流系统中传递。而由于个体技能型隐性知识十分复杂且难以快速习得,通过外部交流平台整合隐性知识资源的方式如寻求有经验的实验表演师协助研究,相比干中学方式更能高效地实现研究的需求。换言之,开放式的外部交流平台,通过内嵌在个体中的技能型隐性知识的完整迁移,也可以增加整个组织的隐性知识存量。然而,在外部交流平台转移的技能型隐性知识的稳定性不及内部交流平台,如实验表演师的经验诀窍会随其的离去而丢失。经过J.J.汤姆逊传承麦克斯韦的自制实验装置方法则成为卡文迪什实验室传统而代代传承。

(2)经验诀窍的有效传递是基础研究持续高效的关键。我们并不是要否定经验诀窍对于基础研究部门的重要性,但我们强调的是经验诀窍对基础研究部门的作用并没有我们预想中的重要。基础研究部门与注重经验诀窍传授的制造工厂或营销部门所不同的是,其并非是一个提供个体受教育和练习的平台,其本质上是一个对已有知识不断反思、批判与创新的思想阵地,因此基础研究部门持续高效的关键在于技术守门人向其学生抛出学科前沿的问题域之余,培养学生自主学习和独立思考的能力,并在适当时候提供相关知识资源的支持,如定期举办讨论会或邀请他人参与研究。这些所构成的高效基础研究部门的传统作风实质上属于认知型隐性知识,而非个体技能型隐性知识。

当前,我国在科研项目知识管理领域的研究已经很多,但研究主题大多为显性知识或者知识产权的管理。对于全流程的科研项目知识管理体系来说,在显性知识产生或知识产权形成之前,

理解和发掘隐性知识,尤其是认知型隐形知识的传递机理并妥善管理和引导是后续知识创新及管理的基础。此外,技能型隐性知识贯穿于整个科研项目之中,对组织绩效管理也有很大的作用和影响。我们希望本文的研究发现能帮助我国科研组织加深对科研项目管理的认识和思考,帮助其改善知识创新与管理的绩效水平。

参考文献

- [1] OECD. The Knowledge-Based Economy[R]. Paris: OECD Publications, 1996.
- [2] Drucker P F. Post-Capitalist Society[M]. New York: Harper Business, 1993.
- [3] 柳卸林,何郁冰.基础研究是中国产业核心技术创新的源泉[J].中国软科学,2011(4): 104-117.
- [4] Polanyi M. Personal Knowledge: Towards a Post-critical Philosophy [M]. London: Routledge & Kegan Paul, 1958.
- [5] Hayek F A. The Use of Knowledge in Society [J]. The American Economic Review, 1945, 35(4):519-530.
- [6] Sternberg R J. Successful Intelligence: Finding a Balance [J]. Trends in Cognitive Sciences, 1999,3 (11): 436- 442.
- [7] 彼得·F·德鲁克.知识管理[M].杨开峰,译.北京:中国人民大学出版社,波士顿:哈佛商学院出版社,2000.
- [8] Leonard D, Sensiper S. The Role of Tacit Knowledge in Group Innovation [J]. California Management Review, 1998, 40(3):112-132.
- [9] Fleck J. Informal Information Flow and the Nature of Expertise in Financial Services [J]. International Journal of Technology Management, 1996, 11(1/2): 104-128.
- [10] Noh J B, Lee K C, Kim J K. A Case-based Reasoning Approach to Cognitive Map-driven Tacit Knowledge Management [J]. Expert Systems with Applications, 2000, 19(4): 249-259.
- [11] Nonaka I. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation [J]. Organization Science, 1994, 5(1): 14-37.
- [12] 肖振红,李妍.隐性知识对企业竞争优势作用机理的实证研究[J].哈尔滨工程大学学报,2014,35(2):1-5.
- [13] Nelson R R, Winter S G. Evolutionary Theorizing in Economics [J]. Journal of Economic Perspectives, 2002, 16(2): 23-46.
- [14] Spender J C. Competitive Advantage from Tacit Knowledge[J]. Academy of Management Proceedings, 1993, 9(2): 37-40.
- [15] Johnson B, Lorenz E, Lundvall B A. Why All This Fuss about Codified and Tacit Knowledge[J]. Industrial and Corporate Change, 2002, 11(2): 245-262.
- [16] 张庆普,李志超.企业隐性知识的特征与管理[J].经济理论与经济管理,2002(11): 47-50.
- [17] 郭瑜桥,和金生,王咏源.隐性知识与显性知识的界定研究[J].西南交通大学学报,2007,8(3):118-121.
- [18] Hedesstrom T, Whitley E A. What Is Meant by Tacit Knowledge? Towards a Better Understanding of the Shape of Actions[C]. 8th European Conference on Information Systems, Vienna, 2000:46-52.
- [19] 汪应洛,李勣.知识的转移特性研究[J].系统工程理论与实践,2002,22(10): 8-11.
- [20] Perkins D N. Wisdom in the Wild [J]. Educational Psychologist, 2001, 36(4): 265-268.
- [21] Eraut M. Non-formal Learning and Tacit Knowledge in Professional Work [J]. British Journal of Educational Psychology, 2000, 70(1): 113-136.
- [22] Collins H. The Structure of Knowledge [J]. Social Research, 1993, 60(1): 95-116.
- [23] Blackler F. Knowledge, Knowledge Work and Organizations: An Overview and Interpretation [J]. Organization Studies, 1995, 16(6): 1021-1046.
- [24] Lubit R. Tacit Knowledge and Knowledge Management: The Keys to Sustainable Competitive Advantage [J]. Organizational Dynamics, 2001, 29(4): 164-178.
- [25] 黄荣怀,郑兰琴.隐性知识及其相关研究[J].开放教育研究,2004(6):49-52.
- [26] Hall R, Andriani P. Managing Knowledge Associated with Innovation [J]. Journal of Business Research, 2003, 56(2): 145-152.
- [27] Nonaka I, Teece D J. Managing Industrial Knowledge: Creation, Transfer and Utilization [M]. SAGE Publications, 2001.
- [28] Scharmer C O. Self-transcending Knowledge: Sensing and Organizing around Emerging Opportunities [J]. Journal of Knowledge Management, 2001, 5(2): 137-151.
- [29] Von Krogh G, Ichijo K, Nonaka I. Enabling Knowledge Creation: How to Unlock the Mystery of Tacit Knowledge and Release the Power of Innovation [M]. New York: Oxford University Press, 2000.
- [30] 张生太,李涛,段兴民.组织内部隐性知识传播模型研究[J].科研管理,2004,25(4):28-32.

(下转第45页)

5 结语

本文针对科学仪器创新的基本内涵和主要特点，提出了一些新的观点，并尝试性地搭建了科学仪器创新评价指标体系的理论模型。通过这些研究探讨，期待能对政府层面加强科学管理、促进国产科学仪器创新提供一定的理论依据。

本文构建的科学仪器创新评价模型首次将产业创新评价与科学仪器创新相结合，较为系统和全面地体现了科学仪器创新不同于一般意义技术创新的特点。同时，该评价模型还有待于结合评价指标数据的可获得性进行合理简化，以籍此对国内外科学仪器产业的创新能力进行比较，找到差距和解决办法，为政府相关政策的制定提供科学依据。

感谢

研究期间，得到科技部政策法规司原副司长

李新男、科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。

参考文献

- [1] 吴波尔, 张渝英. 大力发展我国科学仪器事业加强技术创新 发展高科技 实现产业化[J]. 现代科学仪器, 2002(1): 8-16.
- [2] 吴家喜, 于忠庆. 重大科学仪器设备研发项目管理模式探讨[J]. 项目管理技术, 2011(12): 56-60.
- [3] 刘婧姝, 刘凤朝. 产业技术创新能力评价指标体系构建研究[J]. 科技和产业, 2007(11): 8-12.
- [4] 熊侃. 基于标杆管理的北京市科技成果转化研究[R]. 北京市科学技术研究院, 2012.
- [5] 张目, 周宗放. 我国高技术产业自主创新能力评价指标体系研究[J]. 科技管理研究, 2010(16): 46-49.
- [6] 国家统计局国家经济景气监测中心. 中国企业自主创新能力分析报告[R]. 2005.
- [7] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [8] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [9] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [10] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [11] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [12] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [13] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [14] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [15] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [16] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [17] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [18] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [19] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [20] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [21] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [22] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [23] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [24] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [25] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [26] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [27] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [28] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [29] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [30] 李新男, 科技部条件财务司郑健副处长以及陈会忠、张经华、秦竹、张四纯、董诚、吴家喜、余兴、杨智君等专家学者的指导和帮助，在此一并致谢。
- [31] Sarayreh B, Mardawi A, Dmor R. Comparative Study: The Nonaka Model of Knowledge Management [J]. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 2012(6):45-48.
- [32] Gourlay S. Conceptualizing Knowledge Creation: A Critique of Nonaka's Theory [J]. Journal of Management Studies, 43(7): 1415-1436.
- [33] Yan A, Gray B. Bargaining Power, Management Control and Performance in United States-China Joint Ventures: A Comparative Case Study [J]. Academy of Management Journal, 1994, 37(6):1478-1517.
- [34] Eisenhardt K M. Building Theories from Case Study Research [J]. Academy of Management Review, 1989, 14 (4):532-550.
- [35] 赵万里, 郭宏义. 汤姆逊和卡文迪什学派的兴起[J]. 科学技术与辩证法, 1999, 16(6):46-51.
- [36] 陈正洪. 20世纪卡文迪什的巅峰: 卢瑟福时期的研究[D]. 内蒙古: 内蒙古师范大学, 2005.
- [37] 孙倩. J.J. 汤姆逊与卡文迪什实验室[J]. 物理, 1998, 27(2):117-120.
- [38] 阎康年. 卢瑟福与现代科学的发展[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1987:62.
- [39] 冯端. 实验室是培养创新人才的摇篮——从卡文迪什实验室看实验室的作用[J]. 实验室研究与探索, 2008, 27(10):1-5.
- [40] 闫康年. 英国卡文迪什实验室的传统与学风[J]. 科研管理 1980, (1):68-71.
- [41] Mott N F. The Life in Science [M]. London: Taylor & Francis, 1986.
- [42] Crowther J G. The Cavendish Laboratory [M]. New York: Science History Publication, 1974.
- [43] Eve A S. Being the Life and Letters of Rt Hon [M]. Cambridge: Lord Rutherford, 1939.
- [44] Jenkin J. William and Lawrence Bragg, Father and Son: The Most Extraordinary Collaboration in Science [M]. Oxford: Oxford University Press, 2007.
- [45] Fitzpatrick T C. A History of the Cavendish Laboratory 1871-1910: With Portraits in a ColloTYPE and Other Illustrations [M]. Carlestone, SC: Nabu Press, 2010.
- [46] Dong-Won Kim. Leadership and Creativity: A History of the Cavendish Laboratory, 1871-1919 [M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.