

日本大企业开展基础研究情况调查

甄子健

(中国科学技术部高技术研究发展中心, 北京 100038)

摘要 研究日本知名企业涉足基础研究的历程现状 & 动向, 有助于我们更好地落实创新驱动发展战略, 探讨建立以企业为主体的, 包括基础研究在内的技术创新体系。本文通过研究日本大企业战后不同时期的研发战略, 以及剖析日本国际知名企业基础研究的具体实例, 得出了日本大企业不仅重视基础研究, 还通过长期探索, 形成了具有特点的“企业中央研究院与企业外部产学研合作”的基础研究体制的基本结论。同时, 本文还研究汇总了日本企业及政府基础研究投入的现状, 并根据这些宏观数据, 分析了日本企业特别是大企业开展基础研究的特点, 以及政府直接和间接支持企业基础研究的动向。

关键词: 日本; 企业; 基础研究; 原始创新; 中央研究院; 体制

中图分类号: G327.313 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2015.08.009

在 2014 年 11 月 6 日, 汤森路透发布的“2014 全球创新企业 / 机构百强”名单^[1]中, 日本企业占 39 家, 超过美国而居世界首位。日本的东芝、日立、富士通、丰田、日产等一批国际知名企业, 被评价为最具创新性, 并能把原始创新与专利保护、全球化及商业经营发展结合起来的企业。这一评价, 基本能反映出日本企业组织开展基础研究、进行原始创新的能力。

研究日本知名企业涉足基础研究的历程、现状及动向, 有助于我们探讨建立以企业为主体的技术创新体系, 更好地落实创新驱动发展战略。

1 日本大企业介入基础研究的过程

根据日本总务省《2014 年科学技术研究调查结果概要》给出的统计调查定义, 基础研究是指“在自然科学研究中, 为探索新的假设、理论, 或从现象(事实)观察获取新的知识, 而开展的理论或试验研究”^[2]。

一般来讲, 基础研究并不特别去预先设定研究的用途。但是, 一旦基础研究成果出来以后, 如果

能经过“应用研究”、“开发研究”、“实证考核”等后续研究, 实现“量产销售”的话, 就说明该基础研究具有实用性和商业价值。这正是日本大企业重视基础研究或注意获取世界基础研究成果的主要驱动力。日本这些国际知名企业介入基础研究, 大致可以分为战前及战后追赶的“技术积累期”、泡沫经济前后的“探索调整期”、世纪交替至今的“务实合作期”几个阶段。

1.1 战前及战后追赶的技术积累期

战前, 日本已经形成了大财阀、大企业盘根错节的, 门类齐全且近乎于垄断的现代工业体系。并在产品技术、系统集成能力, 材料、化工等技术基础等方面积蓄了一定的原始创新能力。

战后(追赶期), 在特殊的国际形势下, 日本的政治特别是经济基础得以保留, 旧的垄断企业(包括军工企业)被拆分后, 变身为新的企业, 形成了现代日本大企业阵营的主体。例如, 日本现有 8 大汽车企业, 大都是战后初期即形成的, 均有 50 年以上历史。因此, 正是战前形成的工业体系, 及其形成的原始创新能力和技术基础, 对日本战后重建

作者简介: 甄子健(1962—), 男, 副研究员, 研究方向为科技创新、科技计划管理、车辆工程、电动汽车。

收稿日期: 2014-12-22

及“追赶期”的发展起到了重要作用。

二战后到 20 世纪 70 年代这段时间（追赶期），日本大企业及上游配套小企业共同努力，在造船、铁道、汽车、建筑机械、家电等重点行业迅速追赶，完成了新干线、节能车、VTR、液晶、光纤通信等一系列世界瞩目的技术创新成果，并实现了丰田精益生产模式、小松 QC 质量闭环管理等生产方式的重大创新^[3]。

1.2 泡沫经济前后的探索调整期

尽管在战后追赶期，日本大企业内部已经进行了一些必要的基础研究，促进了其原始技术创新及专利族的形成，但到 20 世纪 80 年代，无论是企业自身还是社会评价，有相当程度的观点都认为“日本企业的应用研究和开发研究做的不错，但原始创新不足（仍要依赖美欧）”。甚至有企业借着当时泡沫经济的财大气粗，认为“‘追赶’已经结束了，现在该轮到我們进行基础研究了”，并对大学的基础研究不屑一顾^[4]。所以，在泡沫经济达到顶峰的时期，大企业普遍建立“中央研究院”，购进大批尖端设备，探讨加强基础研究。

而当 90 年代初日本泡沫经济崩溃时，由于基础研究远离产品，在企业“再编”中，大企业又普遍进行调整，缩小了中央研究院的规模，并又开始效仿欧美，注重产学研结合，开展基础研究。

笔者认为，在这一探索调整期，虽然日本企业的基础研究经历了较大波动，但这也为以后各大企业以这些中央研究院（有些后来改名为“综合研究院”或“超前技术研究所”等）为平台，持续介入基础研究，进行超前探讨，奠定了基础。

1.3 世纪交替至今的务实合作期

自 20 世纪 90 年代开始，随着泡沫经济的崩溃、企业进入调整再编，日本政府和企业界意识到，综合国力的竞争已集中到创新领域，在国家层面构建技术创新体系、加强基础研究被提升到了一个新的高度。1995 年，日本政府通过《科学技术基本法》，明确提出“科学技术创造立国”的技术创新政策，日本从技术追赶阶段进入技术领先阶段，从强调技术转向了重视科学与技术，从企业单打独斗转向产学研结合。

伴随着技术创新政策的调整，日本创新体系也出现了一些变化，开始进入务实合作期。一方面，

政府通过 5 年一期的“科学技术基本计划”的实施，进一步加强对国家基础研究体系和能力的建设，例如用较大资金持续支持，实施诸如“创新性科学技术推进事业（ERATO）”、“战略性基础研究推进事业（CREST）”、“最前端研究开发支持计划（FIRST）”等基础研究计划，进一步加强大学、科研院所基础研究与企业的结合；另一方面，大企业则在自身强大的开发研究、应用研究能力的基础上，开始更加注重参与国家组织的官产学研联合的基础研究行动。

2 日本企业基础研究经费投入情况

日本总体研发经费的量较多。根据日本科学技术学术政策研究所发布的《科学技术指标 2014》所载各国数据，日本 2011 年度总体研发经费为 17.38 万亿日元，相当于其 GDP 的 3.75%。这一比例仅次于以色列、韩国、芬兰，在世界上排第四位（美国列 12 位，中国列 23 位）。而在日本这些总体研发经费中，来自民间的投入比例（以企业自身投入为主）高达 81%^[5]，企业自身投入比例也在世界最高国家之列。

2.1 日本企业研发投入呈不断加强趋势

近些年，受世界金融危机、东日本大地震等各种因素影响，日本的产业经济一直处于下降波动和徘徊之中，企业研究经费也随着企业销售额的起伏有一定的变化，2009 年度销售额增长率为 -18% 左右、研发经费增长率为 -12% 左右。但是，为了进一步提升技术创新能力，抵御风险，日本企业特别是一些国际知名的大企业，始终保持了对研究开发的重视，其企业单位销售额中研发经费的占比却没受影响，从 2007 年开始呈持续上升趋势，保持在 3.0% 以上^[5]。企业研发投入在变化中仍然呈现出了不断加强的趋势。见图 1。

2.2 日本企业研发经费来源及基础研究支出比例

根据日本总务省 2014 年 12 月发布的本国研发经费的最新统计数据^[2]，2013 年度日本企业本身使用的研究开发经费总额为 12.69 万亿日元，这些研发经费主要来自企业自筹，约为 11.512 万亿日元（占 90.7%）。其他来源，一是从政府公共机关，包括国家、地方财政，国立大学，国家及地方的独立行政法人等划拨过来的产学研合作经费，约

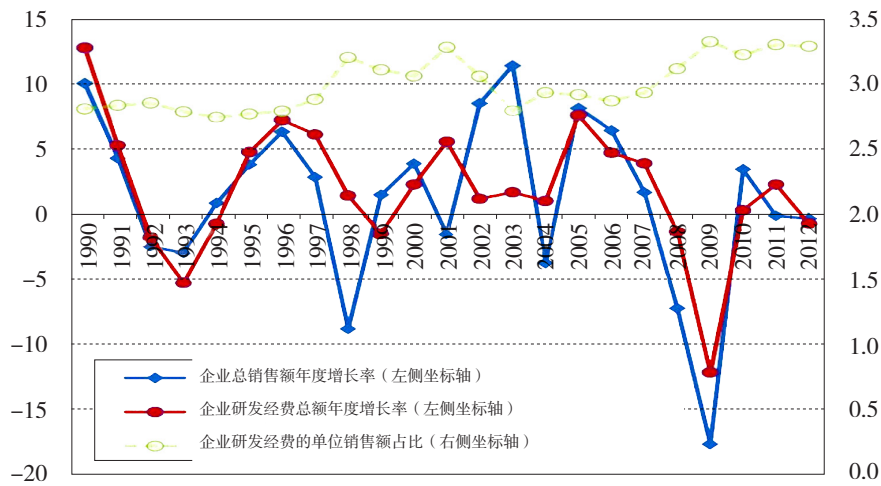


图1 日本企业销售总额年度增长率、研发经费年度增长率及研发经费单位销售额占比发展情况^[5]

为1358.2亿日元（只占1.07%）；二是从民间，包括其他企业、私立大学、非盈利组织NPO等过来的产学研横向合作经费，约为9667.3亿日元（占7.62%）；三是从国外，包括企业、大学等划拨过来的产学研合作经费，约为775.82亿日元（只占0.61%）。

企业自身12.69万亿日元研发经费的支出，主要用于“基础研究”、“应用研究”和“开发研究”三个方向。其中，用于关注未来10~30年技术创新的“基础”研究经费为8692亿日元，占企业研发经费总额的6.9%；用于关注未来5~10年技术创新的“应用”研究经费为2.36万亿日元，占企业研发经费总额的18.6%；用于关注未来近期技术

创新的“开发”研究经费为9.44万亿日元，占企业研发经费总额的74.5%。

2.3 日本大企业对基础研究的投入更加积极

2013年，日本资本金规模为1000万日元以上企业（可以理解为日本的“规模以上”企业）共有10639家，其中资本金为100亿日元以上的较大企业有603家^[2]。虽然这些较大企业的数量，只占“规模以上”企业总数的5.67%，但其“基础研究”经费达到7046亿日元，“应用研究”经费达到1.99万亿日元，“开发研究”经费达到6.72万亿日元，分别占到“规模以上”企业基础研究、应用研究、开发研究总经费的81%、84%和71%以上。见图2。

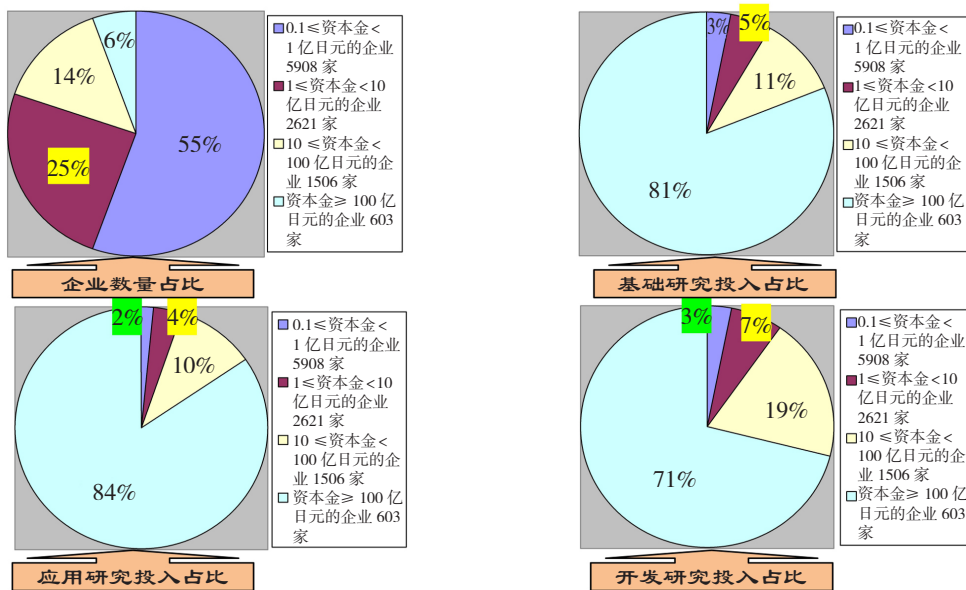


图2 日本不同规模企业三类研发投入对比

2.4 日本政府对企业的间接投入

日本政府除去对企业的研发开发（以基础和应
用研究为主）给予少量财政支持外，还通过科技税
收减免等政策，对企业的研究开发给予间接投入。
根据日本科学技术与学术政策研究所进行的对比，
日本企业所得到的这些国家财政间接研发支持对

GDP 的比率，远大于直接支持经费对 GDP 的比率
（见图 3）。与世界各国对比看，政府对企业研发
投入直接支持比例较高的有俄罗斯、斯洛文尼亚、
美国等国，而间接支持比例较高的除日本外还有法
国、加拿大、比利时等国^[2]。

日本政府对企业的间接投入的另一

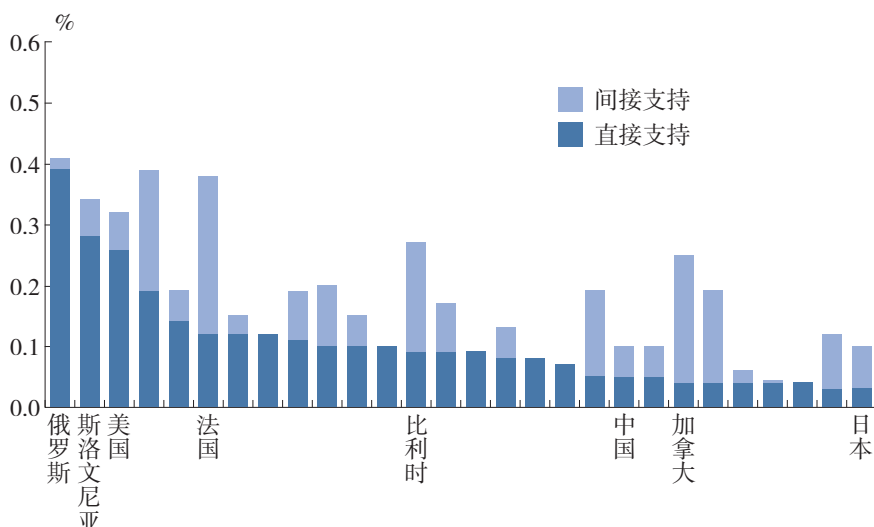


图 3 各国对企业直接及间接研发投入对 GDP 的比率^[2]

个方面，就是对大学、研究机构的直接投入（2013
年度国家财政科技预算为 3.537 万亿日元，以基础
研究和平台建设为主）。这些对大学等基础研究的
直接投入，最终受益和作用的主体还是企业，特别
是那些能够舍得对基础研究成果进行产业化投入的
大企业。

3 日本日立集团开展基础研究的实例

2013 年，日本企业研发经费使用前六位的产
业是：交通运输装备产业 2.497 万亿日元（其中
汽车制造业占 2.414 万亿日元），信息通信装备产
业 1.67 万亿日元，医药产品产业 1.437 万亿日元，
机电产品产业 1.07 万亿日元，专业机械制造产业
1.049 万亿日元，化工产业 0.755 万亿日元。这六
大产业的企业研发投入总额 8.47 万亿日元，占日
本企业研发经费总额 12.69 万亿日元的 67%。研发
投入聚焦到其优势产业，进一步保持和加强了一批
国际知名企业的力量和技术创新能力，如索尼、松
下、丰田、本田、三菱、日产、日立、富士通、
NTT、住友、东芝、京瓷、信越化工、神户制
钢等。以下，重点研究分析日立集团的技术创新

体系及基础研究实例。

日立制作所（Hitachi, Ltd.）是日本有着 100 多
年历史的大型跨国企业集团，也是被列入“2014
全球创新企业 / 机构百强”名单^[1]中的世界创新百
强企业之一（从 2011 年这项世界排名设立开始，
已经连续四年被列入该排名）。日立这样一个在日
本国内和海外拥有庞大的企业群的企业集团，这样
一个百年老店，为什么能够一直保持创新与活力，
重要原因就是企业树立了“开发一流的自主技术与
产品奉献社会”的企业理念，重视建设基础研究、
应用研究、开发研究完整的创新体系，具有明确的
研究开发战略，并能有效组织实施。

3.1 日立集团的研发领域及基础研究投入

以日立制作所为核心的日立集团，其业务范围
远超出大家熟悉的日立的家电产品领域，在核能、
可再生能源及电力装备，医疗器械、建筑建设机
械、水处理装备、信息技术装备、交通技术装备、
防御系统装备等众多领域，都具有世界一流的技术
水平和较大的市场份额。日立集团 2013 年度销售
额达到 9.616 万亿日元、销售利润 5 328 亿日元，
到 2014 年 3 月底的员工数 32 万人、总资产为 11

万亿日元^[6]。

日立集团 2013 年度研究开发费总额为 3 514 亿日元，其中研发经费前五位的领域分别是信息通信系统、汽车（发动机控制、电驱动、自动驾驶、车载信息）、电子产品、高性能材料及相关产品、电力系统^[6]。从研究的性质来看，用于“开发研究”的经费（由日立集团下属各公司出资）占 50%，用于“应用研究”的经费（由日立集团下属各公司出资）占 20%。这两块经费主要用于支撑日立集团的现有主力产品事业的扩大、成长，并开发日立集团 3～5 年内将要投产的下一代产品。

而在日立 2013 年度研发经费中，用于“基础研究”的经费（由日立集团统筹）占 30%，主要用于支撑日立集团的中长期事业，目标是在那些 10～20 年以后能形成日立公司新的产品事业的领域，进行革命性的技术创新。在 2013 年日立基础研究经费中，有 5% 是用于和“服务”相关的基

研究，预计到 2015 年则会有 15% 用于和“服务”相关的基础研究^[7]。从这里可以看出日立集团结合信息技术、大数据等，进行“社会（服务）基础设施”技术创新的动向。

3.2 日立集团的研发体系及基础研究核心单位

日立集团的研究开发体系由董事会、会长、社长直接领导，并经由日立集团的“经营会议”、“集团战略会议”，形成对整个研发体系的战略规划、要求及任务分工。“研究开发集团”由日立制作所的 CTO 兼任集团长，在“知识产权本部”的协助下，直接管理研发集团下面的“技术战略室”、“中央研究所”、“日立研究所”、“横滨研究所”、“设计本部”及各“海外研究据点”。研发集团以基础研究和应用研究为主；而日立集团下属各公司或事业部，均设有“开发中心”、“开发、设计部”等研究机构，以开发研究为主。在日立研发集团中，从事基础研究的核心机构就是日立的“中央研究所”。见图 4。

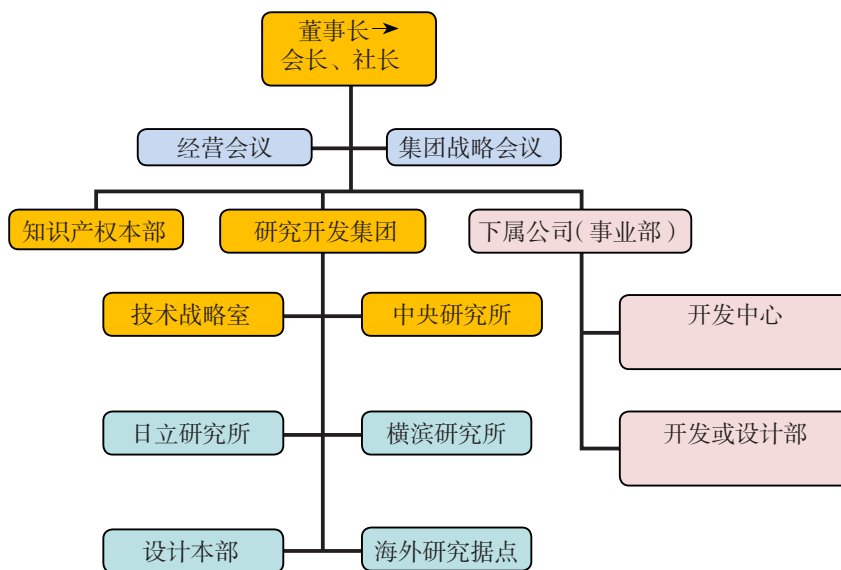


图 4 日立集团研发体系结构

日立是较早从事基础研究的企业之一。做电机起家的日立公司成立于 1910 年，发展到 1939 年，公司设立日立研究所，之后又在 1942 年设立了日立中央研究所。按照日立创业社长小平浪平的理念“在研究 10 年、20 年后技术的同时，兼顾现实课题的解决”，日立公司将其中央研究所定位于基础研究，并要求其与以产业化为目标的应用和开发研究相结合。日立中央研究所目前的研究开发活动，主要集中在“生命健康”、“信息技术”、“电力电

子”、“未来科学疆土拓展”等领域。

日立集团不仅在内部设立中央研究所，开展深入的基础研究，同时还非常重视参加政府组织的各类产学研合作项目，重视与国内外大学、研究机构的联合，开展以基础研究为主的民间务实合作。到 2013 年，日立集团与 80 多家海外大学研究机构、250 多家日本国内的大学研究机构建立了产学研合作关系^[8]。日立集团与大学研究机构合作研究的体制见图 5。

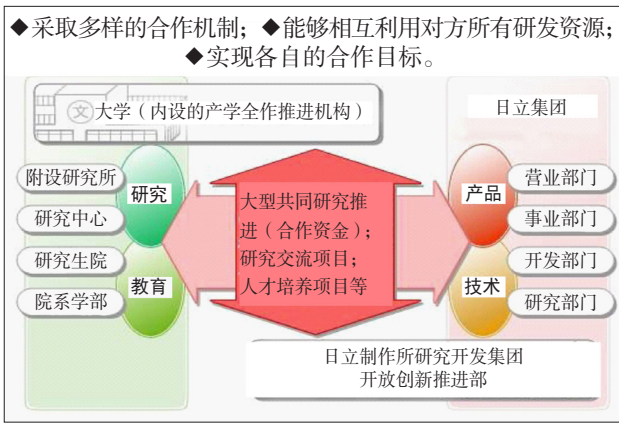


图5 日立集团与大学研究机构开展共同研究的体制^[9]

从1985年开始，日立一直在实施海外研究人员招聘制度（HIVIPS(Hitachi Research Visit Programs)），进一步加深了日立集团在基础研究领域与国外的联系和同步。下一步，日立集团还将进一步扩充海外研究据点，推进现场紧密结合型的各类基础研究、应用研究和开发研究。

3.3 日立集团代表性基础研究成果

在1942年开始介入基础研究之后，日立中央研究所先后于1942年、1952年、1956年，完成了“以电子显微镜为起点的测量技术”、“以半导体研究为起点的电子技术”、“以计算机为起点的信息技术”这三大基础研究核心技术，并不断融合发展，为其后日立在能源、半导体、计算机、通讯等行业大型全新事业的扩张奠定了基础。

到现在，日立中央研究所已发展到近千人，一方面在生命健康、信息、电力电子等科学技术领域，开展从基础研究到应用研究无缝衔接的研发活动，不断创新，支撑日立集团现有事业的发展；另一方面则在众多自然科学和社会科学领域，开展深入的基础研究活动，努力实现革命性的创新，以领导未来。

近年日立中央研究所代表性的研究成果，一是在“脑科学应用”领域，独自开发了利用人脑近红外线三维造型检测，安全观察人的行为活动的尖端技术，并将其用于新的脑疾病诊断、保健、教育等领域；二是在“机器人”领域，从1972年发布日本第一个人工智能机器人以来，持续创新不断产生新的技术，一直保持了国家机器人开发先锋的地位，技术实用于日立的各类系统、装备和产品上；三是在“信息安全”领域，以社会安全、便利为目标，

开发了大量事故处理、生物识别、信息加密技术，公共服务系统、银行系统技术，智能设备基础技术等；四是在“量子测量”领域，取得了“利用全息显微技术观察高温超导体重磁束变动”、“利用大型高能光源的X线显微技术”以及“利用相位X射线成像技术观察癌等软细胞组织”等成果。

其中，日立中央研究所完成的“能观察原子结构的3D全息显微镜”项目，就是日立公司依靠自身在电子显微镜测量技术的基础，积极承担国家产学研结合项目完成的。该项目由日本文部科学省，通过其下属的日本学术振兴会（JSPS），在“最先端研究开发支持计划（FIRST）”中立项。项目国拨款总经费50亿日元，从2009年开始实施，到2013年完成^[9]。该项目研究，通过1.2MV高压发生装置发出的电子射线，对原子层级的微观结构实现3D全息观察，取得了良好结果。项目组织结构如图6。

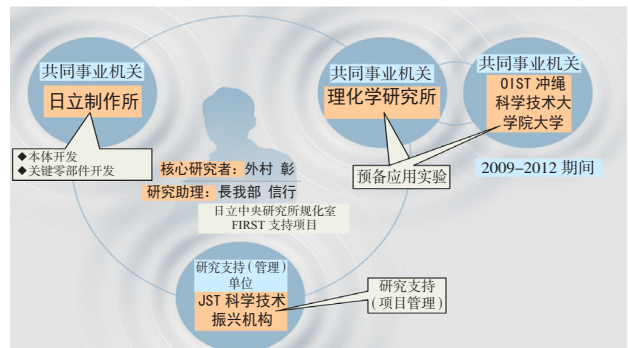


图6 3D全息显微镜项目组织结构

4 总结与启示

(1) 基础研究是长期积累、偶发成功的原始创新过程，是整个技术创新流程中最上游的必不可少的阶段。重大技术创新往往有基础研究的成果在里面。

(2) 基础研究与原始创新、专利等知识产权密切相关。世界创新百强企业，要么是其自身具有较强基础研究能力，要么是其有良好机制，能够吸纳外部大学等研究机构的基础研究成果。

(3) 基础研究需要有雄厚的资金和良好的机制，才能有所斩获。国家在通过政策、项目调配相关资源，组织基础研究中能发挥关键作用；企业介入基础研究要量力而行，根据自身情况选择切入技

术创新的不同阶段，如下游（开发研究）、中游（应用研究）或上游（基础研究）。■

参考文献：

- [1] トムソン・ロイター・マーケッツ株式会社 . 2014 THOMSON REUTERS TOP 100 GLOBAL INNOVATORS. (2014-11-6) [2014-12-29]. トムソン・ロイター公式サイト . http://ip-science.thomsonreuters.jp/media/Press/releases/Top100_2014.pdf.
- [2] 総務省 . 平成 26 年科学技術研究調査結果の概要 . 東京 : 総務省統計局 . 平成 26 年 12 月 12 日 .
- [3] 伊丹敬之等 . 日本企業の経営行動 3 イノベーションと技術蓄積 . 東京 . 有斐閣 . 一九九八年五月三〇日 .
- [4] 日経テクノロジーオンライン . 1980 年代 : 基礎研究に走った日本企業 , 欧米は大学・ベンチャー主体に . (2008-08-13) [2014-12-29]. 日経テクノロジーオンライン公式サイト . <http://techon.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20080807/156200/>.
- [5] 文部科学省 . 日本科学技術指標 2014. 東京都 : 文部科学省科学技術・学術政策研究所 . 2014-08.
- [6] 株式会社日立製作所 (証券コード :6501). 第 145 期報告書 (自 2013 年 4 月 1 日至 2014 年 3 月 31 日) . 東京 . 甲斐駒ヶ岳 . 2014-05.
- [7] 株式会社日立製作所 CTO 小島啓二 . 2014 研究開発戦略 - 日立のグローバルな成長を牽引する研究開発 . (2014-04-10) [2014-12-29]. 株式会社日立製作所公式サイト . <http://www.hitachi.co.jp/IR/library/presentation/140410/140410.pdf>.
- [8] 株式会社日立製作所 . 産学連携基本方針と産学連携推進体制 . 株式会社日立製作所公式サイト . <http://www.hitachi.co.jp/rd/portal/aci/kihon.html>.
- [9] 科学技術振興機構 (JST) . 最先端研究開発支援プログラム (FIRST) 「原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡」 . (2013-4-22) [2014-12-29]. 科学技術振興機構 (JST) 公式サイト . <http://www.jst.go.jp/first/tonomura/index.html>.

Investigation on the Fundamental Research in Japan's Large Enterprises

ZHEN Zi-jian

(High Technology Research and Development Center ,the Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China , Beijing 100038)

Abstract: The paper studies the R&D strategy of Japanese enterprises in different period of post-war, and analyzes the fundamental research situation in well-known Japanese enterprises. The basic conclusion is that Japanese big enterprises not only attach importance to the fundamental research, but through long-term exploration, has formed a unique system of “industry-university-research collaboration between enterprise central research institutes and the outside of enterprises”. This paper also summarizes the fundamental research investment by Japanese companies and government respectively, and analyzes the characteristics of fundamental research projects carried out by Japanese large enterprises, as well as the government's tendency of direct or indirect support for the enterprise fundamental research.

Key words: Japan; enterprise; fundamental research; original innovation; central research insititute; mechanism