



# 日本创新信息概述

张明龙 张琼妮 ● 著

JAPAN  
Innovation  
Information Overview



企业管理出版社

ENTERPRISE MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

# 日本创新信息概述

---

张明龙 张琼妮 • 著

JAPAN  
Innovation  
Information Overview



企业管理出版社

ENTERPRISE MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

日本创新信息概述 / 张明龙, 张琼妮著. —北京: 企业管理出版社,  
2017. 7

ISBN 978 - 7 - 5164 - 1553 - 5

I. ①日… II. ①张… ②张… III. ①技术革新—研究—日本 IV. ①F131.343  
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 166187 号

---

书 名: 日本创新信息概述

作 者: 张明龙 张琼妮

责任编辑: 刘一玲 崔立凯

书 号: ISBN 978 - 7 - 5164 - 1553 - 5

出版发行: 企业管理出版社

地 址: 北京市海淀区紫竹院南路 17 号 邮 编: 100048

网 址: [http: //www. emph. cn](http://www.emph.cn)

电 话: 编辑部 68701322 发行部 68414644

电子信箱: 80147@ sina. com zbs@ emph. cn

印 刷: 北京青云兴业印刷有限公司

经 销: 新华书店

规 格: 710 毫米 × 1000 毫米 16 开本 31.25 印张 480 千字

版 次: 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 88.00 元

---

版权所有 翻印必究 · 印装有误 负责调换

# 前 言

日本在世界上既是经济大国，又是科技强国，其基础研究和技术开发的实力都很强。日本的自然科学和工程类论文，在 SCI 数据库中曾经连续 20 多年保持第二。医学、生物及生命科学、物理及材料学、化学、工程及计算机科学等方面具有较大的基础研究优势，汽车、电机、电子元件、电气通信、影视照相、医药、钢铁等方面具有明显的技术开发优势。日本政府管理全国科技发展的领导机构叫作“科学技术会议”，后来随着政府机构改革改称为“综合科学技术会议”“综合科学技术创新会议”。它由首相任会长，另有 14 名成员，他们分别来自国家科研机构、大学和企业等有关方面的专家、学者。该机构下设一个事务局，由著名学者、高技术企业负责人和科技官员等 70 人组成。综合科学技术会议的主要任务是，制定国家科技发展战略和发展长期规划，确定科技预算和人才等资源分配方针，审议和评估研究课题以及协调跨省厅的事务等。多年来，日本政府注重运用长期发展规划引导和促进科技创新活动。

## （一）日本科技创新政策演进概况

日本的科技创新政策，有一个根据国情变化逐步演进的过程。它先向应用研究领域倾斜，鼓励企业引进技术，通过技术引进，走向技术改进，再实现技术普及。然后，随着研究开发和技术创新的水平提高，转向重点加强基础研究。

20 世纪 80 年代以前，日本科技发展很大程度上依靠技术引进，许多有竞争力的日本产品，都是在引进国外先进技术的基础上，经过消化吸收和改良革新后再制造出来的。此后，为了加快赶超欧美发达国家的

科技水平，日本通产省和科学技术厅联合提出“科学技术立国”口号，强调独立自主地进行技术研发。接着，又在“科学技术立国”口号中加上“创造”两字，提出“科学技术创造立国”的新口号，强调日本要告别依靠引进技术进行模仿与改良时代，争取在应用研究、基础研究和高技术研究方面占据世界领先地位。

1995年11月15日，日本颁布《科学技术基本法》。它是日本第一部关于科学技术发展的根本大法，而且第一次以法律形式确定日本的科技发展战略是“科学技术创造立国”。接着，日本科学技术会议依据《科学技术基本法》，连续制定以五年为周期的《科学技术基本计划》，其他政府咨询审议机构也制定了相应的科技长期发展基本计划，如内阁府原子能委员会制定“原子能研究、开发及利用长期计划”，文部科学省宇宙开发委员会制定“宇宙开发基本计划”等，以此共同推进全国的科技创新活动，增强自主创新能力。至今，《科学技术基本计划》已开始实施第五期计划。

1996年，日本政府根据《科学技术基本法》的要求，制定《第一期科学技术基本计划》。它本着增强日本整体创新实力的目标，为科技发展制定全面系统的政策。该计划由两章组成，第一章讨论促进科技创新活动的综合政策；第二章根据第一章确定的政策，制定今后5年应采取的具体措施。

2001年3月，日本内阁会议审议并通过了《第二期科学技术基本计划》。该计划共有三章内容：第一章基本理念，认为科学技术不仅是社会持续发展的动力，还是人类开拓未来的力量。第二章重要政策。阐明科学技术的战略重点是：谋求长期效益，加强基础科学研究；凭借公正且透明度高的评估来提高研究水平，为占领科技制高点和提高综合竞争力寻找新源泉。第三章综合科学技术会议的任务。阐明综合科学技术会议作为强化首相和内阁职能的重要一环，是由内阁新设立的管理全国科技发展的机构。

2006年3月，日本公布《第三期科学技术基本计划》，提出三大基本理念：创造人类的智慧、创造国力的源泉、保护健康和安全。六个长

期目标：①创造和储备未来需要的多样化知识；②突破科学技术的极限；③实现经济发展和环境保护的协调；④通过持续的技术革新实现经济、产业的强盛；⑤促进国民健康；⑥建成世界最安全的国家。作为第三期《科学技术基本计划》的补充和延伸，2007年1月，日本公布了以创新为目的的长期战略《创新25》报告，确立了日本2025年要实现的社会目标。

2011年8月，日本发布《第四期科学技术基本计划》，提出以科技创新塑造日本国家形象的五大目标：①推进灾后复兴与重生，实现未来可持续增长与社会发展；②实现安全、富裕、高质量的国民生活；③率先致力于解决大规模自然灾害等全球性问题；④坚持以科技为立国之本，成为开拓未知、探明新知前沿的领先者；⑤把科技上升为文化培育，使其成为一种国家文化。为此，强调要注重科技创新政策的整体性，要更加重视人才及人才团队的作用，还要实现与社会同步的科技进步政策。为实现总体目标，该基本计划提出三项重点工作：灾后复兴、绿色创新和民生创新。

2016年1月，日本发布《第五期科学技术基本计划》，提出要打造“超智能社会”。此后5年，日本将立足于国际视野，大力推行四大政策措施：①以制造业为核心创造新价值和新服务；②积极应对经济和社会发展面临的挑战；③强化科技创新的基础实力；④构建人才、知识和资金的良性循环体系。同时，该计划还指出，要妥善处理科技创新与社会的关系，并强化科技创新推进机制建设。与第四期《科学技术基本计划》重视灾后重建和着眼于解决问题相比，这个计划的政策着力点发生了巨大变化，更加强调为未来发展做好准备的重要性，并且，把与新产业发展密切相关的、实用性高的研究和制度改革作为重点。

## （二）本书的框架结构

本书把21世纪以来，特别是近十年日本的发展现状作为考察对象，集中分析日本创新活动取得的成果。本书以日本的发明创造事实为依据，采用取精用宏的方法，对搜集到的各类原始报道材料统一汇总，通过对比分析，细加考辨，实现同中求异，异中求同，精心设计成研究日

本创新信息概况的分析框架。本书由十章内容组成：

第一章电子信息领域的创新信息，主要描述微电子与电子元器件、计算机与电子仪器、人工智能产品与机器人等新成果。

第二章纳米技术领域的创新信息，主要分析纳米材料与纳米产品、纳米技术与纳米量具等方面的新成果。

第三章光学领域的创新信息，主要分析光学材料与光学元器件、光学器具及设备，以及光学研发的新技术。

第四章天文与航天领域的创新信息，主要描述观测太阳系、宇宙元素及天体、恒星与黑洞等获得的新发现，以及研制航天器与太空开发取得的新进展。

第五章材料领域的创新信息，主要考察金属材料、无机非金属材料 and 有机高分子材料领域取得的新成果。

第六章能源领域的创新信息，主要分析电池、太阳能、氢能、生物质，以及风能、核能和海洋能的开发利用成果。

第七章环境保护领域的创新信息，主要考察环境污染治理、节能环保产品与技术，以及生态环境保护方面取得的新进展。

第八章交通运输领域的创新信息，主要描述交通工具、交通工具配件，以及智能交通系统与交通设施的新成果。

第九章生命科学领域的创新信息，主要分析基因、蛋白质和细胞等生命基础方面研究取得的新进展，同时分析微生物、植物和动物等生物体方面研究取得的新成果。

第十章医疗与健康领域的创新信息，主要分析癌症防治、心脑血管疾病防治、神经系统疾病防治，以及艾滋病、免疫系统疾病、呼吸系统疾病、消化系统疾病、泌尿系统疾病和其他疾病防治的新成果。

张明龙 张琮妮

2017年5月20日

# 目 录

## 第一章 电子信息领域的创新信息 / 1

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 第一节 微电子与电子元器件研究的新进展 ..... | (1)  |
| 一、微电子领域研究的新成果 .....       | (1)  |
| 二、电子元器件和电子材料研究的新成果 .....  | (3)  |
| 第二节 计算机与电子仪器的新进展 .....    | (6)  |
| 一、研制计算机及其部件的新成果 .....     | (6)  |
| 二、开发充电器与传感器的新成果 .....     | (10) |
| 三、研发电子仪器装置的新成果 .....      | (13) |
| 第三节 人工智能产品与机器人的新进展 .....  | (15) |
| 一、识别系统与智能装置的新成果 .....     | (15) |
| 二、研制仿生机器人的新成果 .....       | (19) |
| 三、研制应用型机器人的新成果 .....      | (20) |
| 第四节 影视设备与通信网络的新进展 .....   | (28) |
| 一、研制影视设备的新成果 .....        | (28) |
| 二、研制通信网络技术的新成果 .....      | (32) |

## 第二章 纳米技术领域的创新信息 / 35

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 第一节 纳米材料与纳米产品的新进展 ..... | (35) |
| 一、研究纳米物质的新发现 .....      | (35) |
| 二、开发纳米材料的新成果 .....      | (37) |
| 三、研制纳米产品的新进展 .....      | (41) |
| 第二节 纳米技术与纳米量具的新进展 ..... | (46) |
| 一、开发纳米技术的新成果 .....      | (46) |
| 二、开发纳米量具的新成果 .....      | (51) |



### 第三章 光学领域的创新信息/ 53

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 第一节 光学材料与光学元器件的新成果 ..... | (53) |
| 一、光学材料与光源的创新信息 .....     | (53) |
| 二、光学元器件的创新信息 .....       | (57) |
| 第二节 光学器具及设备的创新信息 .....   | (61) |
| 一、光学基础器具与激光设备的新成果 .....  | (61) |
| 二、研发其他光学仪器设备的新成果 .....   | (64) |
| 第三节 光学研究开发领域出现的新技术 ..... | (68) |
| 一、研制光学元器件出现的新技术 .....    | (68) |
| 二、光通信与测量领域出现的新技术 .....   | (71) |
| 三、光学研究开发方面出现的其他新技术 ..... | (74) |

### 第四章 天文与航天领域的创新信息/ 76

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 第一节 观测太阳系取得的新进展 .....  | (76)  |
| 一、观测太阳及大行星的新发现 .....   | (76)  |
| 二、观测太阳系小天体取得的新发现 ..... | (79)  |
| 第二节 天文观测的其他新进展 .....   | (83)  |
| 一、探测宇宙元素及天体的新发现 .....  | (83)  |
| 二、观测恒星与黑洞的新发现 .....    | (86)  |
| 三、天文观测获得的其他新发现 .....   | (92)  |
| 第三节 航天器与太空开发的新进展 ..... | (96)  |
| 一、研制航天器的新成果 .....      | (96)  |
| 二、太空开发利用的新成果 .....     | (103) |

### 第五章 材料领域的创新信息/ 110

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 第一节 金属材料研制的新进展 .....   | (110) |
| 一、研制金属氧化物的新成果 .....    | (110) |
| 二、开发合金材料的新成果 .....     | (114) |
| 三、研究金属材料的新发现与新技术 ..... | (117) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 第二节 无机非金属材料研制的新进展 .....   | (120) |
| 一、研制半导体材料的新成果 .....       | (120) |
| 二、开发陶瓷材料与建筑材料的新成果 .....   | (123) |
| 三、研发其他无机非金属材料的新成果 .....   | (126) |
| 第三节 有机高分子材料研制的新进展 .....   | (130) |
| 一、研制新型塑料取得的成果 .....       | (130) |
| 二、研制生物医用高分子材料的新成果 .....   | (134) |
| 三、研发其他有机高分子材料的新成果 .....   | (137) |
| <br>第六章 能源领域的创新信息 / 141   |       |
| 第一节 电池领域研发的新进展 .....      | (141) |
| 一、研制含锂电池的新成果 .....        | (141) |
| 二、研制其他电池的新成果 .....        | (148) |
| 第二节 太阳能开发领域的新进展 .....     | (154) |
| 一、太阳能电池研制的新成果 .....       | (154) |
| 二、开发利用太空太阳能的新成果 .....     | (160) |
| 第三节 能源开发领域的其他新进展 .....    | (163) |
| 一、氢能开发领域的新成果 .....        | (163) |
| 二、生物质能开发领域的新成果 .....      | (171) |
| 三、开发利用其他能源的新成果 .....      | (179) |
| <br>第七章 环境保护领域的创新信息 / 185 |       |
| 第一节 环境污染治理的新进展 .....      | (185) |
| 一、大气污染防治领域的创新信息 .....     | (185) |
| 二、水体污染防治领域的创新信息 .....     | (189) |
| 三、辐射污染防治领域的创新信息 .....     | (191) |
| 第二节 节能环保领域研究的新进展 .....    | (196) |
| 一、节能环保产品的创新信息 .....       | (196) |
| 二、节能环保技术的创新信息 .....       | (200) |

第三节 生态环境保护的新进展 ..... (202)

一、气候与生态环境关系研究的新成果 ..... (202)

二、海洋生态环境监测的新成果 ..... (205)

三、生态环境监测与灾害防护的新成果 ..... (208)

第八章 交通运输领域的创新信息 / 214

第一节 研制交通工具的新进展 ..... (214)

一、研制汽车的创新信息 ..... (214)

二、研制其他交通工具的创新信息 ..... (218)

第二节 研制交通工具配件的新进展 ..... (222)

一、开发车用零部件的创新信息 ..... (222)

二、研制车用设备的创新信息 ..... (226)

三、开发汽车动力系统的创新信息 ..... (228)

四、研制交通工具配件的其他创新信息 ..... (231)

第三节 智能交通系统与交通设施的新进展 ..... (232)

一、研制车用智能装置的创新信息 ..... (232)

二、完善交通设施的创新信息 ..... (236)

第九章 生命科学领域的创新信息 / 239

第一节 基因领域研究的新进展 ..... (239)

一、基因生理研究的新成果 ..... (239)

二、基因破译研究的新成果 ..... (242)

三、基因种类研究的新成果 ..... (245)

四、基因重组与治疗研究的新成果 ..... (252)

第二节 蛋白质领域研究的新进展 ..... (254)

一、蛋白质生理研究的新成果 ..... (254)

二、蛋白质种类研究的新成果 ..... (257)

三、蛋白质开发利用研究的新成果 ..... (267)

第三节 细胞领域研究的新进展 ..... (270)

一、细胞生理研究的新成果 ..... (270)

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 二、研究和培育干细胞取得的新进展 .....     | (276) |
| 三、用干细胞培育细胞与器官的新成果 .....    | (283) |
| 四、运用干细胞治疗疾病的新成果 .....      | (294) |
| 第四节 微生物领域研究的新进展 .....      | (301) |
| 一、细菌领域研究的新成果 .....         | (301) |
| 二、酵母菌与藻类研究的新成果 .....       | (307) |
| 三、病毒研究的新成果 .....           | (308) |
| 第五节 植物领域研究的新进展 .....       | (315) |
| 一、植物生理研究的新成果 .....         | (315) |
| 二、粮食作物研究的新成果 .....         | (325) |
| 三、经济作物研究的新成果 .....         | (327) |
| 第六节 动物领域研究的新进展 .....       | (333) |
| 一、动物研究与保护取得的新成果 .....      | (333) |
| 二、哺乳动物研究的新成果 .....         | (336) |
| 三、鸟类研究的新进展 .....           | (341) |
| 四、两栖动物与鱼类研究的新成果 .....      | (343) |
| 五、节肢动物研究的新成果 .....         | (346) |
| 六、其他无脊椎动物研究的新成果 .....      | (351) |
| <br>第十章 医疗与健康领域的创新信息 / 355 |       |
| 第一节 癌症防治研究的新进展 .....       | (355) |
| 一、癌症病理研究的新成果 .....         | (355) |
| 二、探索癌症防治的新方法 .....         | (365) |
| 三、研究癌症防治的新药物 .....         | (376) |
| 第二节 心脑血管疾病防治研究的新进展 .....   | (385) |
| 一、心脑血管疾病病因研究的新发现 .....     | (385) |
| 二、心脑血管疾病防治研究的新进展 .....     | (393) |
| 三、防治心脑血管疾病的新设备和新材料 .....   | (398) |
| 第三节 神经系统疾病防治研究的新进展 .....   | (399) |
| 一、大脑机理与大脑疾病防治研究 .....      | (399) |

- 二、神经机理与神经疾病防治研究 ..... (412)
- 三、记忆与睡眠问题研究 ..... (422)
- 四、防治神经系统疾病的其他新成果 ..... (429)
- 第四节 其他疾病防治研究的新进展 ..... (446)
  - 一、艾滋病防治研究的新成果 ..... (446)
  - 二、免疫系统与呼吸系统疾病防治的新成果 ..... (448)
  - 三、消化系统与泌尿系统疾病防治的新成果 ..... (454)
  - 四、其他疾病防治的新成果 ..... (461)
- 参考文献和资料来源 / 479
  - 一、主要参考文献 ..... (479)
  - 二、主要资料来源 ..... (482)
- 后 记 / 487

# 第一章 电子信息领域的创新信息

近十年，日本在微电子与电子元器件领域的创新成果，主要集中在观测到重电子费米面和中微子变身全貌，成功利用电子自旋发电。研制出高质量的新型晶体管和绝缘材料、超导电缆。在计算机与电子仪器领域的创新成果，主要集中在开发下一代每秒运算 100 万万亿次的超级计算机，研究运算速度最快的中央处理器、高效率存储器，以及记录载体与扫描输入设备等。同时，开发出新型充电器、传感器和安全检测仪器装置。在人工智能产品与机器人领域的创新成果，主要集中在开发人脸识别系统的新设备，研制医疗康复智能设备、用大脑意念控制的智能装置，研制仿生机器人和应用型机器人。在影视设备与通信网络领域的创新成果，主要集中在开发出新型的高清高速摄像设备、超薄高清电视机和高速投影仪。研制新型手机，推进研发和应用现代通信网络技术。

## 第一节 微电子与电子元器件研究的新进展

### 一、微电子领域研究的新成果

#### （一）直接观察微电子的动态状况

##### 1. 首次观测到重电子费米面

2009 年 5 月，日本原子能研究开发机构、东北大学、东京大学和京都产业大学等联合组成的研究小组，在《物理评论快报》网络版上发表研究成果称，他们在世界上首次成功观测到金属中重电子形成的费米面，即绝对零度下电子在波矢空间（ $k$  空间）中的分布或填充而形成的体积表面。

金属中的电子主要分为两种：一种是四处游动，承担电传导的

“自由电子”；另一种是不游动，但负责产生磁性的“局部电子”。这两种电子之间会相互作用，并结合在一起，形成外观大小是普通电子的10~1000倍，同时具备电传导性和磁性，而重量也有所增加的“重电子”。

同时，各种金属都有自己固定形态的费米面，而各种金属的导电特性也因其各自的费米面不同而有很大区别。由于重电子也可以形成费米面，因此人们设想，如果能够观测到其形成的费米面，就有可能根据重电子所承担的电传导性质，精密地了解各种金属在超导状态下的细微不同之处，从而为判明超导之谜找到突破口。只不过这一设想由于条件所限，一直都没能实现。

日本研究小组在大型同步辐射设施“SPring-8”的专用电子束射线“BL23SU”区域，通过使用软X射线，同步辐射的角分辨共鸣光电子能谱技术，对特定的电子轨道进行选择性的观察，最终在世界上首次直接观测到重电子形成的费米面。研究人员表示，今后他们的重点，将是继续使用角分辨共鸣光电子能谱技术，系统研究重电子在制造什么样的费米面时，金属才会出现超导性和磁性。由于在具有重电子的金属中磁性与超导性是共生的，因此，这项研究将大大推动人们揭开超导原理的步伐。

## 2. 首次观察到中微子变身全貌

2013年7月19日，日本媒体报道，斯德哥尔摩举行的欧洲物理学会年会上，日本高能加速器研究机构等参加的一个国际研究团队宣布，他们首次观察到中微子在飞行过程中变身的一种新模式，进一步推进了物理学界对这一领域的认识。据报道，这项实验由来自11个国家的约500名研究人员共同进行。

中微子是一种极难被探测到的基本粒子，中微子能穿透任何物质飞行，共有3种类型：分为电子中微子、 $\mu$ 中微子和 $\tau$ 中微子。这3种中微子被认为可相互转换，这种现象称为“中微子振荡”。据研究人员介绍，这次发现的 $\mu$ 中微子向电子中微子转变的情形，让他们弄清了中微子相互转换的全貌。

研究团队从2010年开始进行实验，在茨城县东海村的加速器设施

“J-PARC”制作出  $\mu$  中微子后，向 295 公里外的“超级神冈”中微子检测装置发射，实验由于发生日本大地震曾中断一年多。

“超级神冈”每天有来自“J-PARC”的 300 亿个中微子通过，能检测出的只有 1 个左右。截至今年 4 月，研究小组共检测出 532 个中微子，其中 28 个属于电子中微子，其余都是  $\mu$  中微子。研究人员分析后，断定这些电子中微子是由  $\mu$  中微子转换而来。

研究小组成员、高能加速器研究机构教授小林隆说：“如果能重新开始实验，积累 10 倍以上的数据，将有望弄清反物质从宇宙消失之谜。”

### （二）开发利用微电子的新技术

成功利用电子自旋发电的新技术。

2009 年 3 月 10 日，日本东京大学教授田中雅明领导的研究小组，在《自然》杂志网络版上发表研究成果称，他们使用超微技术在世界上首次成功利用电子自旋发电。这项技术有望应用于磁传感器或用来为超小型电子器械制造电源。

一般而言，利用磁力产生电力需要令磁铁在线圈附近运动，让磁场不断发生变化。而田中雅明研究小组，一开始曾致力于寻找磁铁不必运动，就能产生电力的方法，后来他们的目光被电子能像小磁铁一样运动的特性，即电子自旋所吸引。

研究人员制造出一种新元件，元件中有镓、砷和锰等材料制成的微小磁铁颗粒。这种磁铁颗粒只能让拥有特定自旋方向的电子出入。研究人员把新元件放入相当于较强永久磁铁的磁场中，观测到发电元件产生了 21 毫伏的电压。

本次实验时的温度约为零下 270℃。研究人员认为，改良磁铁的制作方法，有可能在室温状态下引发同样现象。

## 二、电子元器件和电子材料研究的新成果

### （一）研制晶体管形成的新产品

#### 1. 研制成大幅减少电子产品耗电量的新型晶体管

2010 年 12 月 24 日，日本物质材料研究机构与东京大学等共同组成的一个研究小组，在《日本物理学会》杂志网络版发表研究成果称，



他们开发出一种新型晶体管，可使电子器件的电力消耗，控制在目前的百万分之一左右。新型晶体管能使电子产品大幅减少耗电量，可让便携式通信工具充电次数减少，还可能有助于实现今后计算机的瞬间启动开机。

随着智能手机等便携式通信工具智能化提高，其耗电量越来越大，须频繁充电才能保证正常使用。新型晶体管由于耗电量小，能大幅减少充电次数，市场前景非常看好。开发该技术的研究小组准备与企业合作，数年后实现该晶体管的市场化。

### 2. 用钻石制成双极晶体管

2011年9月，日本产业技术综合研究所发表公报指出，钻石作为半导体材料，具有最好的绝缘耐压性能和最高的热传导率，但钻石通常电阻非常大，限制了它的应用。公报说，该所山崎聪主任研究员等人组成的一个研究小组，在钻石中掺进杂质解决这一问题，首次制成双极型晶体管，为研制节能半导体元件开辟了新道路。

研究人员表示，钻石半导体材料的绝缘性决定了它的高电压下也不会损坏。良好的热传导率使强电流通过时，它能高效散发内部热量。但是，钻石的高电阻成为它应用中的一大障碍。山崎聪研究小组注意到，即使向钻石中掺入杂质，钻石也能保持良好的结晶构造。在此基础上，他们开发出在钻石中混入高浓度杂质的技术，并利用跳跃电导的机理，大幅降低了钻石的电阻。

研究人员使用这种低电阻的钻石，最终研制成功高性能半导体元件所必需的双极型晶体管。双极型晶体管具有电流放大作用，作为一种高效的电流控制元件，已广泛应用于广播电视、电信、计算机、自动控制和家用电器等行业。

## （二）研发电子材料的新技术及新成果

### 1. 首次让绝缘体材料传递出电流

2010年3月11日，日本东北大学齐藤英治领导的研究小组，在《自然》杂志上发表研究成果说，电子有时会像指南针那样晃动，众多电子的晃动有时可形成一种特殊的波，他们利用这一特性，成功地在无法通过电流的绝缘体上传出电流。