

目 录

第一部分 综述

前言	1
日本未来的科学技术	
——有关“技术预测”调查的目标与特色	2
重要技术的实现预测年表	5
如何在经营中运用技术预测	11
四大领域尖端技术的研究开发现状	15
新媒介时代即将来临	
——特征是个别化和集中化的两极分化现象	20
开辟生物工程新领域	
——从利用技术走向开发尖端技术	24
技术与经营	
——技术开发的动向	28
优先进行技术预测的战略企业	
——从专利申请看未来技术	30

第二部分 十五个领域的技术预测

说明	35
通信·信息·电子技术领域大多与基础、信息网络有关	37
梦寐以求的新科学技术——生命科学	54
海洋——需要进行探索的未知领域	64
材料·元件领域——最关心“极限技术”	72
空间领域作为国际性共同事业登上舞台	84
能源·矿物资源·水资源领域将以原子能的利用为重点	92
农林·水产领域应加强研究开发方面的投资	112
城市·土木·建筑领域——在技术革新中必须克服保守思想	126
交通运输领域向实现比较困难的课题挑战	140
完全自动化是生产·劳动领域的一个理想	150
生活领域中谋求使人生愉快的技术	162
教育领域——软技术开发是最重要课题	168
环境领域——从单项技术到综合管理	174
安全领域中“软”技术比“硬”技术更应重视	184
保健医疗领域显示了特殊的重要性	190

第一部分 综述

前 言

近年来,世界经济发展缓慢,日本产业界仍处于一种停滞状态。为了打破这种局面,人们对技术革命正寄予极大希望,认为这是开拓光辉未来的原动力。

在这种形势下,日本科技厅发表了“技术预测报告”,就能源·矿物资源·水资源、生命科学、通信·信息·电子、生活、教育等15个领域的800项课题,向各行各业的2,000名专家征询意见,用台尔非法进行了调查和预测。预测期限为现在到2010年的约30年时间。

本编辑部承蒙科技厅的好意,允许将该“技术预测”通俗易懂地介绍给读者。据此,读者对各种技术的重要程度、存在问题以及何种技术在何时可能实现等,便能一目了然了。

这次调查工作,是继1971年、1976年两次调查后的第三次。调查中提出的技术课题一次比一次增加,反映了现代社会对科技的要求。对从事科学技术研究开发的人员,以及一般企业的经营管理人员和行政官员来说,本调查预测资料无疑是一本理想的指南。

《钻石周刊》编辑部

日本未来的科学技术

——有关“技术预测”调查的目标与特色

科技厅 计划局调查课长 笹谷 勇

调查涉及 15 个领域，800项课题

近年来，日本在采取措施解决受制约的资源、能源与环境问题方面以及提高生活质量和振兴处于不景气状态下的经济等方面，对科学技术所寄予的希望甚至超过以往任何时候。与此同时日本的科学技术取得了很大进步，接二连三地开拓出新的未来技术，从而把握着能左右未来社会的关键。

在此形势下，日本科技厅制定了1980—1982年的三年规划，并进行了技术预测的调查。这是继1970—1971年、1974—1976年两次调查后的第三次调查。在这次调查中，确定了从长远观点来看应积极推进的技术开发课题，并就其重要程度、实现时间等听取了日本第一线有识之士的意见。

这次共调查了能源·矿物资源·水资源、农林·水产资源、生活、教育、环境·安全、保健·医疗、生命科学、城市·土木·建筑、交通运输、通信·信息·电子、宇宙、海洋、材料·元件、生产·劳动等15个领域，并在这些领域中确定了800项技术开发课题。在确定这些领域和课题时，设置了由各行各业专家组成的技术预测讨论会以及分学科会，一方面听取有关专家的意见，一方面尽可能争取涉及更客观、更广泛的领域。这样，就有可能根据社会经济对技术的要求以及技术上的可能性，即从需要和可能两方面来广泛选择技术开发课题。

动员了 2,000 名回答者

调查采用台尔菲法，分两次提出征询问题，然后收集回答人员的意见。第一次是在1981年12月，第二次是在1982年7月进行的。

所谓台尔菲法，乃是就同一内容反复对很多人进行咨询，然后再收集回答人员意见的一种方法。它与其它调查方法不同的一个显著特点是，在第二次以后的征询时，出示前一次征询的结果。所以，回答者可在参考总的意见趋势的基础上，重新评价咨询的项目。

台尔菲原是古希腊的地名，那里有座阿波罗神殿，传说经常有很多神仙聚集在殿内预卜未来，故而以此命名。该方法首先由美国的一个智囊团——兰德公司发明的。

这次调查的预测期限是到公元 2010 年。如认为在这一段时期内不能实现的项目,就请回答者注明“到2010年不会实现。”

所选择的答询人员的面很广,有产业界、学术界、政府机构、专家等各界位于技术开发第一线的人,也有利用技术开发成果的人等。选择的领域也很广,不仅有自然科学,还有人文、社会科学等领域。具体来说,是企业 and 团体等担任管理计划的人员及研究人员、政府的管理人员、大学教授、研究机构的科研人员以及一般的学识经验丰富者等约 2,000 人。答询人员的结构及征询表发出后的回收率如下表所示。

		第一次征询		第二次征询	
		人数	结构比(%)	人数	结构比(%)
职 业	公司职员	535	27	487	28
	大学系统	483	25	390	22
	公务员	564	29	481	28
	团体(包括特殊法人)的 }				
	官员	355	18	340	20
	其它特定个人	25	1	29	2
年 龄	20~29岁	10	1	5	0
	30~39岁	178	9	123	7
	40~49岁	676	34	572	33
	50~59岁	839	43	766	44
	60~69岁	233	12	232	14
	70岁以上	25	1	29	2
性 别	男	1,913	98	1,692	98
	女	49	2	35	2
工 种	主要从事研究开发的人员	1,270	65	1,104	64
	其它人员	692	35	623	36
合 计		1,962		1,727	
回收率(%)		88		88	

对保健、医疗领域的关心程度增大

下面介绍这次调查结果总的倾向。首先看一看答询人员是如何回答技术开发课题的重要程度的。通过15个领域的调查可以看出各领域之间有相当大的差距。例如,取每一个领域被认为是最重要的五个课题来看,在保健·医疗领域中,认为技术开发课题重要度“大”的比率高达90%左右,但在教育领域中,大多数只有20%左右。

这种由于领域不同而产生的差别,通过从全部 800 项课题中取出被认为重要度“大”的比率最高的课题,就更清楚了。其结果,有关癌症等各种疾病的治疗、预防等课题占了绝大部分。此外,较多的是与日本密切有关的能源方面的课题以及为了维持正常的生活所必须的预防各种灾害和气象预测方面的课题等。总之,均是支撑整个社会基础的重大课题。

当然,在这次调查中,参加答询的团体都是不同领域的单位,把不同领域进行横向比较,多少总会产生些问题。但是,根据预测结果,在一定程度上能了解哪些领域的哪些技

术开发成功的希望大些。再者，日本总理府于1981年12月向一般居民所作的有关科学技术方面的舆论调查，也发现一般人所认为的重要科技领域有癌症等疑难疾病的预防及治疗、新能源的开发以及地震、台风等自然灾害的防止等等，与这次在专家范围内的调查结果，大体上是一致的。

在这次调查的800项课题中，有四分之一以上课题是与五年前那次调查是一致或类似的。与上一次的调查相比较，这些课题的实现时间大约平均要推迟四年，但材料·元件领域中的课题，实现日期相反要稍提前一些。另外，通信·信息·电子领域的课题实现日期非但没有比上次推迟，而且与上一次的调查比较起来，普遍认为其重要程度更高，这一点是很引人注目的。

如上所述，这次调查既有反映了由于近年来各种新材料的开发，大规模集成电路等元件技术的进步，而引起电子技术的显著进步，因此，其实现时间确实加快的；也有受到技术开发的限制和社会经济方面刺激不够等障碍而大大推迟实现时间的。可以认为，此类预测能敏锐地反映出调查进行时的研究开发状况以及社会经济上的价值意识。

在这次调查中，虽要求答询者考虑技术开发的困难性、开发的经济性、价值观等各种主要因素对技术开发课题的实现时间作出直观的回答，但实际上开发课题的实现则是由上述主要因素的影响大小以及政策的引导方法所决定。

然而，这次调查结果至少表明了代表当今之日本的各领域的专家根据科学技术的现状正在描绘着怎样一幅未来的蓝图。我们深信这将对不可缺少长远观点的科学技术活动会有所帮助。

重要技术的实现预测年表

实现时间	重要未来技术的课题名称
1989年	宇宙——卫星遥感技术已相当发达，可用来进行农林、水产、矿物资源的探查。
1990年	材料·元件——转换效率在8%以上的大面积非晶硅太阳能电池实用。 生产·劳动——陶瓷可任意进行机械加工，并作为一种工业材料推广。
1991年	海洋——研制成功在海洋上利用多个人造卫星随时进行精确定位的系统，并付诸实用。
1992年	水资源——已普及了工业废水的循环利用。 生活——出现一种能将用过一次的生活废水处理后再重复使用的家庭节水系统，并在缺水地区普及。 安全——为确保安全，防止油类火灾、爆炸等严重灾害，在联合企业的选址、新型成套设备的开发及建造大型油轮时，普遍使用确保安全的评估技术。 通信·信息·电子——利用医疗器械和电子计算机技术的医疗信息系统实用化，该系统可在不同地区医疗机构之间共同使用高级医疗信息和高级医疗系统，并可统一使用健康管理资料。 宇宙——出现一种应用人造卫星的世界性气象观测系统，它能高精度地长期预测大区域范围内的气象变化(例如变冷等)。 生产·劳动——在有毒气体、放射性、粉尘等危险场所及恶劣环境中普遍使用机器人，实现无人作业。 ·安全技术得到广泛普及，即使是进行一般容易犯操作错误的作业也能确保安全，发生部分故障也不致立即酿成祸害。
1993年	能源——建设成功用离心分离法浓缩铀的商业性工厂。 ·通过重油轻质化或深度加工技术，使石油得到完全利用的技术获得实用。 生活——盲人用的文字——声音转换系统得到普及。 教育——在全日本普及存贮有退休老人退休前的工作经验、技能并随时可提供利用的信息网。 环境——在积累了有关难分解性化学物质在各种环境中动向等知识的基础上，确立了对它们的预测，即化学评估方法。 安全——新开发成功的医药品、食品、生活用品上市时的安全评估技术得到

普及。

生命科学——普遍使用抗病毒剂治疗病毒性疾病。

交通·运输——通过改进发动机、变速箱、消声器和轮胎等，大幅度降低大型卡车等的噪声。

通信·信息·电子——使用砷化镓(GaAs)元件、约瑟夫森元件等超高速元件，每秒可作 10^9 次以上运算的超级电子计算机实用化。

- 不泄露隐私和团体机密的可靠性高的保密系统得到普及。
- 实现了符号、图形、图像、文件等数据通信信息处理的标准化，从而，不同机种的电子计算机的终端之间，办公自动化的机器之间能自由通信。
- 将逻辑元件、存贮元件等制成的多层化的三维超高速、超高集成度元件的实用化。
- 在宇宙空间、海洋和原子能反应堆等特殊环境下代替人操作的智能机器人实用化。

宇宙——气象卫星与密布于地面上的观察系统配合起来，监视局部地区的气象，并能准确进行短期预测。

材料·元件——转换效率高于20%的太阳电池材料实用化。

- 采用半合成或合成材料制成的、不发生排异等有害反应的人工脏器实用化。

生产·劳动——以 CO 、 H_2 等气体合成各种化学产品的碳一化学实用化。

- 功能膜材料的性能得到提高，从而使分离膜能广泛用于食品、医药品及化学工业的浓缩分离工序中。

1994年 能源——固化的低剂量放射性废弃物的地层处置及海洋投弃等安全处置技术实用化。(在“环境”项目中，实现时间为1995年)

环境——在开发、应用和普及对环境会有很大影响的技术之前，确立预测及预防其对环境影响和其他副作用的方法。

安全——在联合企业、原子能等设施中安装一种安全装置，在地震前兆(早期微动)阶段，即可及时报警，这种防止地震破坏的安全系统得到普及。

保健·医疗——在目前治疗方法的基础上，又开发成功应用重粒子射线、激光射束和高热疗法等治疗方法，从而使恶性肿瘤的治疗有显著进步。

生命科学——应用遗传基因操作，改良粮食生产(产量、抗病性、耐寒性)的技术实用化。

城市·土木·建筑——由于抗震设计、抗震增强技术的进步，大幅度地提高了土木建筑物的抗震性能。

交通·运输——航空班机普遍装备了实现全天候自动起飞、降落的设备。

- 由管理人员进行监控的高度自动化航空管理系统实用化。
- 通信·信息·电子——在全日本形成了可综合提供电话、传真、数据通信、图象通信等项目的综合业务数字通信服务网络(ISDN)。
- 一个芯片可容纳 10^8 — 10^9 以上元件的超大规模集成电路实用化。
- 海洋——确立了可长期不需维修而能连续动作的高精度海象、海况自动观测用传感技术(海洋物理)并进入实用。
- 材料·元件——能无损检测材料的疲劳程度并能推算其剩余使用寿命的技术实用化。
- 1995年 能源——固化的高剂量放射性废弃物的贮藏管理技术实用化。(在“环境”栏目中,实现时间为1996年)
- 矿物资源——实现以煤等矿物资源作为化学原料(例如碳—化学),以代替石油。
- 生活——老年人和身心疾病患者在家就可接受体检和一般诊断(发生异常情况时,可直接向健康管理机构发送记录信息)的保健系统实用化。
- 生命科学——阐明免疫反应机理,可用药物调节免疫现象。
- 交通·运输——在全日本建立了综合性的交通运输信息系统,从而使不同的交通运输工具得到了最佳结合。
- 由于改进了车辆结构、轨道结构及高架结构,所以大幅度降低了列车行驶中的噪声和振动。
- 通信·信息·电子——建立了不因天灾人祸而使信息遭受破坏、消失的安全系统。
- 海洋——可在水深数百米的大陆架低成本地开采海底石油。
- 材料·元件——叠层10层以上,容量超过10兆位/片的三维存储器实用化。
- 1996年 保健·医疗——心肌疾患的手术治疗技术显著提高。
- 通信·信息·电子——由于软件验证技术的进步,可在短期内开发成功无差错的大型软件。
- 研制并在全日本配备对温度、压力、气体、湿度等多种参数具有综合感测功能的、组件化的地震预测传感器。
- 宇宙——利用高真空、失重等条件,在宇宙空间建成永久性的进行理工学科实验的太空实验室。
- 海洋——利用海洋上有效配备的浮标和人造卫星,在大区域范围建成海象、气象观测系统,可定时获得大区域范围内实时的海洋信息。
- 材料·元件——叠层10层以上、容量超过50,000门/片的三维逻辑集成电路的制造技术实用化。
- 1997年 能源——建成商业性的大型综合再处理工厂。
- 原子能发电设备的封闭、解体技术实用化。

矿物资源——在深度为 2,000~6,000 米的海底采集、精炼锰结核的技术实用化。

水资源——确立了包括开挖水渠、建设枯水期用水的水库等在内的大区域范围内的河流网、水库网的综合管理技术,使水资源得到有效的利用。

保健·医疗——通过对血液和尿液的分析,可早期诊断癌症。

海洋——由于对日本列岛周围的海底地壳活动的调查研究水平相当高,故能更好地为预测地震作出贡献。

生产·劳动——由于人造载体的开发,绝大部分工业用微生物(用放射菌生产抗生素、用细菌生产氨基酸、用霉菌生产酱油等)都可较容易地进行DNA基因重组,从而使这些提高了活性的微生物得到普遍利用。

1998年 农林·水产资源——用分子生物学的方法(遗传基因操作等)对有用动植物(微生物除外)的遗传特性进行改良的技术实用化。

- 通过细胞融合或细胞核融合培育新型动植物的技术(微生物除外)实用化。
- 使日本水稻单产提高50%的技术得到普及。
- 生物物质的局部利用系统得到普及。

城市·土木·建筑——由于在土木施工的现场应用智能机器人及大型建筑机械进行挖隧道、水中作业、高空作业,故极大提高了工程的合理性和安全性。

- 能大幅度减少最终废弃物的城市垃圾处理和再利用技术实用化。

生产·劳动——省去氧化铝这一中间工序,不用电解方法直接从铝矾土中制取铝的技术得到实际应用。

1999年 能源——研制出包括核燃料循环在内的快速增殖反应堆系统(FBR)。

保健·医疗——研制成对胃癌、肺癌等块状癌症也有疗效的化学治疗剂。

- 能方便地治疗肝炎等病毒性疾病的药物得到普遍应用。
- 研制出各种小型简便的人造脏器,患者在家中也可使用。

生命科学——开发成功能防止癌转移的有效方法。

城市·土木·建筑——确立了包括开挖水渠、建设枯水期用水的水库等大区域范围内的河流网、水库网的综合管理技术,使水资源得到有效的利用。(在“水资源”栏中,实现时间为1997年)。

- 随着气象卫星、地面气象观察网的扩充,大幅度提高了局部地区气象预测的精度,警报、预报、避难、管理系统得以普及,极大地减少了因河流、道路受灾所造成的损失。
- 河流上游地区的城市污水普遍进行深度净化处理,从

而改善了下游水质,促进了下游城市的水资源的利用。

交通·运输——喷气机的噪声可下降到螺旋桨机的程度。

宇宙——由于宇宙火箭技术的发展,建成供科学研究和实际应用的宇宙站和宇宙平台。

2000年 城市·土木·建筑——确立了河流、湖泊、海域等的水质净化技术,故显著地改善了水域环境。

2001年 农林·水产资源——研制成功用生物及物理化学方法富集、浓缩及吸附去除湖泊、海湾、浅海区域中氮、磷、钾等特定物质的技术,从而可控制环境、防止水域富营养化。

保健·医疗——研制成功对治疗动脉硬化十分有效的药剂。

生命科学——阐明细胞癌变的机理,预防癌症成为可能。

生产·劳动——研制成功价廉、高效的水分解催化剂,并实际应用于制氢的生产系统,从而使氢可作为能源加以利用。

2002年 环境——定量地掌握了全球性的热污染、大气污染(CO_2 、酸雨等)和水质污染的发展趋势及其对环境的影响,从而确立了全球性的环境标准。

·掌握全球性的热带林消失、土地沙化的现状,确立了相应的预防措施。

安全——在百万以上人口的大城市中配备了完善的防灾系统(防灾据点、防灾通道等),可使地震灾害减轻到最低限度。

材料·元件——研制成功核聚变反应堆内壁用材料(此材料在 $450\sim 500^\circ\text{C}$ 的温度、年照射损伤量为 10DPA 情况下,可使用七年,其间,氮的生成量为几千 ppm)。

2003年 保健·医疗——确立了能有效防止癌转移的方法。

城市·土木·建筑——研制成功计测风沙灾害、地震等预兆的感测装置,利用这些装置确立了防灾系统,在建筑物选址适当的条件下,大大减轻了损失。

2004年 保健·医疗——阐明各种癌症的致癌机理,广泛推行能预防癌症的生活方式。
生命科学——用分子生物学阐明癌细胞的特性,从而可引导癌细胞转变为正常的细胞。

2005年 农林·水产资源——中、长期天气预报的精度得到提高,并确立了与此相对应的防冷冻、防干旱等技术。

材料·元件——研制成功临界温度高于液氮(77°K),并能用于电气设备的超导材料。

2006年 农林·水产资源——普遍生产适合日本国情的、可消化养分总量(TDN)高的饲料作物,使日本的饲料自给率从目前的 30%(以 TDN 为基础)提高到60%。

·以中高级鱼贝类为主的水产生物的资源培育系统得到普及,由海洋牧场提供的人工养殖资源占供应的重要部分,从而稳定了所需的水产资源。

- 阐明不易发生病虫害的森林生态系统的机理，确立主要病虫害发生的预测技术，并开发出具有森林控制机理的综合性防治体系。

安全——开发成功一个月内是否有6级以上地震(在府、县范围内)发生的地震预测技术。

城市·土木·建筑——在大城市中建成完善的防灾系统，可最大限度地减少地震、火灾、大潮汛等危害。

如何在经营中运用技术预测

三菱综合研究所 副所长 牧野昇

对未来技术预测的反响

科学技术厅的“未来技术预测”，每隔五年进行一次。这是第三次。从第一次开始，这种预测就以规模之大而闻名。这次参加预测咨询的专家也有2000余名。每次预测所采用的都是“反复向专家进行咨询”的台尔菲法。

我从第一次开始每次都担任“技术预测讨论委员会”的委员长。这次委员会下设13个分会，对课题的拟定、预测的进行方法、征询的形式以及结果的讨论等都请各领域的权威人士来筹划。

记得第一次技术预测时，由于台尔菲法的创始人高腾(译音)博士来到了日本，请他看了一下该台尔菲法预测的结果，使他感到很吃惊。因为象这种有大量人员参加，确定了几百个项目的课题，而且回答的回收率高达80%以上的预测体制在美国是不可能的。也许这应归功于日本是一个中央集权制的国家吧。这次预测的课题数约为800项，回收率两次均为88%。

首先，从预测结果的社会舆论及企业的反应来看，第一次预测因受未来学热潮的影响，搞得很热闹，并受到了企业界人士的重视。但六年前，即1977年发表第二次预测结果时，正是对“公害”指责最为激烈的当口，社会上很多人认为“技术不是一个好东西”，所以对技术预测结果的反映也极为冷淡，宣传机器几乎不肯进行报道，企业方面的关心也较少。然而，这第三次就大不一样了。记者俱乐部热心地作了报道，全国报纸几乎都在第一版上以较大的篇幅刊载了有关消息，企业的反响也极其强烈，使人们深深地感到真正的技术时代又一次来临了。人们对一般性的技术都寄予了很大的希望，希望它能成为再次振兴已成熟了的日本经济的“引发器”。

经营者为何热衷于技术

当前，正是科学技术热的时代，对经营者来说，科学技术之所以重要有以下两个重要原因，一是由于日本产业的成熟而带来的“业绩的停滞”。回顾一下日本产业前进的步伐，可以看出产业繁荣的周期是10~20年。嗣后，市场成熟，销售开始下降，从而逐渐走向衰退。二十世纪二十年代，占日本工业总产值44%的纤维工业，目前已下降到5%。战后曾使股票市场一度繁荣过的砂糖、肥料、纸等“三白工业”也开始加入到产业结构萧条的行列。

接着,铝、造船、煤、住宅直至今日连钢铁、汽车也开始出现不景气的情况。如此看来,无论什么产业只要持续地生产同一产品,企业的命运是注定要失败的。因此,一定要研制出能使企业继续发展的新产品,而其关键就是新技术。

对于经营者来说,技术之所以引起广泛注意的第二个原因是为了缓和国际摩擦,需要开发“自主技术”。日本的出口仅占国民生产总值的12~13%,与欧洲先进国家的20~30%比较起来,该数值是很小的。然而,为什么日本会受到反对,引起国际摩擦的现象呢?其原因正象日本汽车所象征的那样,日本善于把别国已开发成功的东西巧妙地进行生产,并参与国际竞争,打向国际市场。这种做法虽然应该受到肯定,但同时也招来了别国的不满。但如果是用自己的技术开发出来的产品,如电子表、微型电子计算机等等,就几乎听不到别人的怨言了。企业要向外发展,必不可少的是技术开发,并应使之成为抗衡能力。从该意义上来说,对技术预测的关心也更是加强了。

为什么用台尔菲法进行预测呢?

有关技术预测的方法,经常有人提出“为何要用台尔菲法?其正确程度如何?”等问题。科学技术厅的预测,每次用的也都是台尔菲法。在技术预测的方法中,最可靠的是采用趋势外推法作短期预测。例如,集成电路的集成度或电子计算机的运算速度等,过去都有着丰富的资料,只要把它们按照时间列成图表,将其曲线延长即可;只要不发生任何飞跃的现象,那么预测几年间的发展趋势还是可能的。事实上,这种方法的正确程度也比较高,近来用模拟模型的情况也逐渐增多了。

其次,在另外一种情况下,即虽然没有过去的资料,但如果有目前的某一时期的资料的话,预测也还是比较容易进行的。例如,有一些技术在先进国家已经研制成功,但在一些中等程度的国家中尚未着手,那么只要模仿它就可进行追赶。日本在战败后的十几年中,基本上就是采用这种方法,他们到国外去考察,并一一将其介绍到国内来。这种方法在未来技术的预测中,是常常使用的。但是,这次进行的预测工作,是以2010年为目标 of 长期预测,而且又几乎都是对过去没有什么资料的新颖的技术或尚没有人接触过的新技术的预测,所以就不能用上述的预测方法。而只能根据专家的学识和经验来进行预测。通过反复征询意见、参考各人的预见,然后再陆续集中的台尔菲方法,是进行这类预测时常用的一种方法。这种方法的正确程度如何呢?据发明该方法的高腾博士说,约为80%左右,笔者则认为大约是70%左右。科技厅在11年前所进行的第一次技术预测中,认为在八十年代初能够实现的课题中命中的和没有命中的情况如下:

可以认为已实现的课题:(1)通过引进电子计算机,在医院的临床检查、病理管理、自动问诊等多方面实现自动化;(2)集成电路存储器每一比特的价格大幅度下降;(3)开发大气污染物的自动计测装置,确立全国性的自动报警系统;(4)开发去除氮氧化物(NO_x)所必需的、价格低廉的催化剂;(5)确立不使用防腐剂的食品加工及流通方法;(6)将直接用电子计算机操纵的数字控制加工机械系统(CNC)普及到占全部机床的四分之一。

未实现的课题:(1)研究开发在水深100米的海底进行挖掘及打水泥桩的土木技术;(2)实现飞机起飞着落时的全天候完全自动化;(3)研制分解型塑料;(4)建立对农林水产业的生产所必需的技术情报的联机综合性情报体系。

从上述的结果看来,与电子、机械、装置等有关的项目的命中率较高,而与技术以外的一些重要因素有关的项目以及受政策、社会环境变化影响的课题落选率显著。其理由是纯技术因素以外的影响作用过大,超出了技术预测的范围。这说明即使预测方法再高明也还存在很难处理的领域。还有一种检查预测精确程度的方法,例如,上一次与这一次的预测相距甚大,即使是每隔五年预测一次,有的项目每次所预测的实现时期都要向后顺延五年。甚至有些项目在每次预测中都认为其实现时间“无论何时开始,都要十五年以后”。这也可以说是一些预测困难的项目,预测困难的领域主要有:

与上次的预测相比,较为一致的领域:(1)信息·通信·电子;(2)材料·元件;(3)生产·劳动。

与上次的预测时期相比,认为要晚几年实现的领域有:(1)交通·运输;(2)城市·土木·建筑;(3)矿物资源·能源·资源;(4)教育;(5)环境。

由此看来,信息·通信·电子及材料·元件等纯技术产品的实现预测时间虽然基本上没有变动,但与地区开发、居民及其它广范围的各种要素有关的系统型和较强的依附于社会价值观等政策型的课题,其实现预测时间都要推迟些。

在企业经营中如何运用预测

在阅读该技术预测时,对于实现的时间应将上述的因素考虑进去。但是,在企业经营中用台尔菲法来作预测时,也有必要从其它观点来进行评价。在此,对利用台尔菲预测方法时应注意的事项归纳如下:

(1)技术预测课题的选定:各领域的权威曾探讨过在今后的技术发展中应提出什么目标为好的问题,并选出应注意的课题。因此,在考虑“应该搞什么”时,可作为参考意见。

(2)实现时间的预测:可以了解专家们对何种技术何时可以完成的一致意见,其正确度约为70%,另外,对同一课题认为根本不可能实现,或可提早实现等与众不同的意见也很重要。

(3)重要程度、开发体制等对确定研究课题有参考价值。重要程度的评价一般是针对公共性而言,与生命有关的项目评价较高,而与生活、娱乐有关的项目较低。因此,若考虑将此评价意见与产品销售直接挂起钩来,那是危险的。

虽然企业经营人员在上述几点是可以利用该技术预测的结果,但对这种预测,指望其十全十美是不现实的,能有七、八十分就很好了,如果不作预测的话,最多也只有十分,预测的功效也可由此窥见一斑。诚然,作为决定意见时的参考,预测有一定价值,但产品的开发成功与否,很大程度上还取决于企业家的能力及所花费的精力。

人们较关心的技术是哪一些?

对这个问题的回答可以从下面三方面来考虑:(1)从分科会选定的课题得到启示;(2)对实现时间与其快慢速度的比较;(3)对重要程度评价大小的探讨。

在800项技术预测中,认为比较重要的课题大多集中在生命科学、保健·医疗、能源(放射性废渣的处理)、安全等领域。这与企业经营者所关心的领域稍有不同。据日本经济新闻社的民意测验,很多单位的经营重点是放在生物工程、机器人、工厂自动化、光通信、新

材料、办公室自动化机器、节能等等领域。这是因为科学技术厅的民意测验政策性较强，重点放在公共性的问题上的缘故，读者应领会其中的差别。在这方面，对企业有参考价值的是对“在各专业领域中，哪些最重要”的评论。首先，与上次预测相比重要度发生程度上变化的是，通信·信息·电子领域最高，自然资源、生活、教育、生命科学次之。在与企业较有关的三个领域中，重要的课题有通信·信息·电子领域中的“办公室自动化机器间的通讯网络”、“大规模通讯网络的短期开发”、“信息的安全系统”、“使用砷化镓元件的超大规模电子计算机的实用化”等等。这些都与企业研究开发的长期目标完全一致的。预计该领域的未来趋势是：到八十年代中期微型电子计算机、超大规模集成电路等微电子时代的发展速度将放慢，在九十年代，将进入以新的信息传递手段为主的通信革命时代。同样在材料·元件领域中的“高效太阳电池或非晶质太阳电池”、“不发生异体排斥反应的人工脏器材料”、“液氮临界温度(77K)以上的超导材料”，以及在生命科学领域中的“防止癌转移的手段”、“用药剂调节免疫现象”、“通过基因的操作来改进粮食生产技术”等等，都可说是现在的企业经营的理想挑战目标。

另外，在阅读该材料时还应注意一个现象，即某些领域对技术表示不欢迎。例如，在生活领域中，即使重要度较高的项目，其重要度评价最多只有20%，而在生命科学和保健、医疗领域中，有很多项目的重要度评价都超过了80%。这表明人们似乎顾忌“硬技术”会闯入生活领域。但是家用电器制造厂将向这种偏见挑战。教育领域也拒绝引进机器，且反应较为强烈；这可能是由于人们普遍认为教育就是人与人的接触，应予以尊重的缘故吧。当然，象计算机辅助教育那样引进一部分机器用于训练，也还是受欢迎的。

还有一点要注意的是“国际技术合作问题”。目前，世界各国在制定政策时都把“国际技术合作”放在重要的位置上。在这次技术预测中，也有很多意见认为应采取“国际技术合作”的体制，尤其是在生命科学、保健医疗及宇宙开发、环境等领域。而对一些尖端技术，如信息·通信·电子、材料·元件以及生产·劳动等领域，则认为由各国、各企业分别进行研究开发较为合适。

技术预测委员的评价

“技术预测讨论委员会”在这次技术预测结束后，作了评论，归纳如下：(1)对阻止技术进步的因素也应作预测。(2)希望用台尔非法对自然科学的基础研究进行预测。(3)参加预测的人员可能越来越强烈地希望这种预测工作继续下去。(4)应该看到，过几年后，参加预测的人员将逐渐高龄化。(5)应对同一课题的开发、实用化、普及化等不同阶段的实现时间进行预测。

四大领域尖端技术的研究开发现状

科技厅计划局调查科

日本为了发展创造性的自主技术，正致力于探索和培育革命性技术的新苗头，并将进一步充实对尖端技术的研究开发工作。尖端技术是先行于其他各种范围的科学技术，由于它们的研究开发成果的影响，将提高整个科学技术的水平。本文就生命科学、极限科学技术、材料科学技术、信息·电子技术等四大领域，综合介绍其研究开发的目标，迄今为止的研制状况、日本的目前水平等，并穿插一些与欧美先进国家比较的情况。

一、生命科学

生命科学是运用生物学、医学、农学等为中心的广泛的知识来阐明生命现象，为人类谋福利的一门科学技术。在该领域的研究课题中，仅基因重组脱氧核糖核酸(DNA)技术就涉及到如下的广泛领域：(1)是阐明支配生物遗传现象的脱氧核糖核酸的结构机理的一种手段；(2)是胰岛素或干扰素等有用物质的生产手段；(3)可用于改良农作物品种；(4)可作为有利于环境保护的微生物的育种手段，等等。

基因重组 DNA 技术的一般定义是：“用酶等物质，在试管内制造出在某些生物细胞内可能增殖的脱氧核糖核酸与异种脱氧核糖核酸进行基因重组的分子，并将它移入其它生物体的技术”。由于这种操作，被移入异种 DNA 的生物细胞(称为“宿主”)，有时合成的蛋白质例如胰岛素或各类激素等，会显示新的性质。表 1 归纳了这些实验的主要成果，从中可见美国在该领域中居领先地位。美国最大特点是有一些以研究开发为主要业务的创业性企业。这些企业创立于七十年代后期，在大学等处于第一线的分子生物学学者的参加与合作下，开始了将生命科学领域的尖端技术实现产业化的研究开发工作。日本该项工作起步较晚，这从与该领域有关的专利申请情况也可看出。到1981年5月为止，所提出的55件专利中，日本人提出的仅12件(22%)，而其它国家提出43件(78%)，其中美国就有27件。但日本以酿造食品为代表的微生物利用技术还是有基础的，近几年来，利用微生物的技术生产抗菌素、氨基酸等也达到了世界最高水平。最近，大学及一些政府研究机构的基础及应用研究的水平有了显著提高，企业也在积极投入研究工作。例如用酶来生产 B 型肝炎病毒表面抗原蛋白质的技术，从产量来看，已大大超过美国。这表明通过基因重组 DNA 技术有可能生产疫苗，故已引起全世界的广泛注意。由此可见，虽然目前日本的基因重组 DNA 技术的研究暂时落后于美国，但通过进一步努力，很有可能取得出色的成绩。

二、极限科学技术

随着宇宙开发、原子能开发的进展及社会、经济的发展，新材料及高级系统的开发显

表1 基因重组 DNA 研究的步伐

年代	国名	研究 成果 的 概 况
1968	美国	单独分离出限制酶
1972	美国	发现能生产接触性终端的限制酶
1973	美国	首次实验成功基因重组 DNA
1977	美国	成功地将白鼠的胰岛素 DNA 接入大肠杆菌
	美国	将人工合成的人类的生长激素释放抑制因子的DNA接入大肠杆菌,成功地生产出生长激素释放抑制因子
1978	美国	将人工合成的人类胰岛素的 DNA 接入大肠杆菌,成功地生产出胰岛素
1979	美国	将人工合成的生长激素的DNA接入大肠杆菌,成功地生产出生长激素
1980	美、瑞士	将干扰素的 DNA 接入大肠杆菌,成功地生产出干扰素
	日本	在大肠杆菌上成功地生产出大豆蛋白质
	日、美	将干扰素的 DNA 接入大肠杆菌,生产出高效干扰素
1981	美国	在酵母上成功地生产出干扰素
	日本	将耐热性酶的 DNA 成功地接入大肠杆菌
	美国	在枯草杆菌上成功地生产出干扰素
	日本	在大肠杆菌上成功地生产出肠促胰液肽(消化管激素的一种)
	美国	在酵母上成功地生产出B型肝炎病毒的表面抗原蛋白质
	日本	在大肠杆菌上成功地生产出谷胱甘肽(肝脏药物的一种成份)
1982	日本	在大肠杆菌上成功地生产出小牛的凝乳酶
	日本	在酶菌上生产出B型肝炎病毒的表面抗原蛋白质

得更为重要,而且今后的科学技术将要求能适合于高级化与多样化。在这种形势下,就出现了利用超低温、超高压、超高温、超高真空等极限状态的极限科学技术。从开拓未利用技术和大幅度提高已有技术这两方面来看,其重要性今后将进一步增加。其中,超低温科学技术一般是以液化天然气的温度(约 -160°C)以下的领域为对象,其关键在于超导现象(在绝对温度零度 $= -273^{\circ}\text{C}$ 左右时,电阻为零的现象)的利用。超导现象期待可广泛用于下面一些领域并对其它方面产生影响。(1)核聚变、磁流体发电(MHD)、发电、输电、电力贮藏等能源领域;(2)以磁浮列车为主的运输领域;(3)各种诊断技术等医疗领域;(4)加速器等大型基础科学领域,等等。

超导技术的基础即超导材料的研究开发工作,一直是美国在世界居领先地位。美国自1950年研制出铌-钛(Nb-Ti)以后,提高了超导技术实用化的可能性,以后又陆续研制出铌、锡(Nb₃Sn)等性能优良的材料。

日本在该领域也取得了很大的成果,如研制出在铌钛合金中再添加某种金属以提高其性能的技术,线材的生产技术等等。目前的水平已可与欧美先进国比肩而立。

图1揭示了各种超导材料的特性,临界温度及上限临界磁场的值越大,该材料的性能越好。黑点表示的材料是已确立了实用的加工技术的材料,白点则表示尚未确立加工技术的材料。开发这些高性能材料的加工技术以及更新颖的高性能材料,是该领域研究的主要目标。

超高压技术是指在几百~几千巴(1巴 $\equiv$ 1大气压)的压力下合成氨、甲醇、聚乙烯等物质或在一万巴以上的压力下合成人造金刚石等技术。这对资源贫乏的日本来说,无疑是一种极其重要的技术。

在静态压力发生法中,通过对被压缩的空间的形状及材质等的选择、控制,有效地传