

谢燮正 译
茅野健 著

经营工程学： 研究与开发

中国发明创造者基金会 中国预测研究会

经营工程学：研究与开发

谢燮正 茅野健 著

中国发明创造者基金会

中国

F7

27

· 预 测 丛 书 ·

经营工程学：研究与开发

〔日〕 茅野健 等著

谢燮正 等译

中国发明创造者基金会

中 国 预 测 研 究 会

一九八五年一月

目 录

前言	(1)
序言	(2)
1. 研究·开发概论	(6)
1.1 为什么需要研究·开发	(6)
1.2 什么是技术革新	(6)
1.3 企业的经营革新和研究·开发	(7)
1.4 研究与开发	(7)
1.5 研究·开发的过程	(9)
1.6 研究·开发的十大特点	(11)
1.7 研究·开发的管理	(11)
1.7.1 常规管理和创造性管理	(11)
1.7.2 技术开发的管理	(12)
2. 最高经营管理和研究·开发	(14)
2.1 日本经济的发展与研究·开发	(14)
2.2 企业领导对于研究·开发的作用	(15)
2.2.1 研究·开发在经营中所处的地位	(15)
2.2.2 以研究·开发增强企业素质	(15)
2.2.3 经营改革的研究投资	(16)
2.2.4 特色经营中的研究·开发	(17)
2.3 创树向风险挑战的风气	(17)
2.4 研究·开发的事例考察	(18)
2.4.1 由领导人明确的观念而产生的家用磁带录像机 (VTR)	(18)
2.4.2 由工作人员的思想转变引起畅销商品的不断推出	(19)
2.4.3 由产品轻量化产生的液晶显示薄型台式电子计算机	(20)
2.4.4 研究人员与领导人互相配合的技术开发	(21)
2.4.5 研究人员锲而不舍制成的电视摄像管	(22)
2.4.6 技术开发落后造成破产	(23)
3. 研究·开发管理	(25)
3.1 研究·开发的管理	(25)
3.1.1 什么是研究·开发的管理	(25)
3.1.2 研究·开发管理的必要性	(25)

3.1.3 研究·开发管理的要点	(25)
3.1.4 研究·开发战略	(27)
3.2 研究·开发的组织	(28)
3.2.1 组织化的观点及其利弊	(28)
3.2.2 组织的级次和管理跨度 (span of control)	(29)
3.2.3 组织的改编	(30)
3.2.4 平均本企业工龄	(31)
3.2.5 平均年龄	(31)
3.2.6 研究所的分化	(31)
3.3 研究·开发的计划	(32)
3.3.1 研究·开发的资源分配	(32)
3.3.2 研究·开发课题 (dummy) 的选定	(38)
3.4 研究·开发的进度管理	(41)
3.4.1 研究·开发进度管理的必要性	(41)
3.4.2 研究·开发的评价	(44)
3.4.3 研究报告系统	(48)
3.5 研究·开发的人材培养	(49)
3.5.1 研究·开发人员的培养	(50)
3.5.2 研究·开发管理者的培养	(53)
3.5.3 加强研究·开发的后方	(54)
4. 研究·开发的实施	(57)
4.1 前言	(57)
4.1.1 研究与开发	(58)
4.1.2 什么是研究	(59)
4.2 研究的实施方法	(62)
4.2.1 研究的自由度	(62)
4.2.2 确定方针与实践	(63)
4.2.3 研究的期限	(64)
4.2.4 实施中的思想准备	(66)
4.3 研究事例	(69)
4.4 开发的实施方法	(70)
4.4.1 计划 (课题)	(71)
4.4.2 由开发向生产移植	(75)
4.5 开发的事例	(77)
4.6 结束后的措施	(80)
5. 经理与研究·开发	(84)
5.1 目标的选定	(84)
5.2 确定经费限度	(85)
5.3 评价	(86)

5.4 计划的方法	(87)
5.5 手段与目的	(88)
5.6 企业最高领导者的作用	(89)
5.7 转向快	(90)
5.8 开发投资	(91)
5.9 保证金	(92)
6. 营业销售与研究·开发	(94)
6.1 营业职责与研究·开发的关系	(94)
6.1.1 扩大销售额手段与新产品的重要性	(94)
6.1.2 营业、销售部门在产品开发的各阶段中的职能	(95)
6.1.3 创建营业、销售部门与研究·开发部门的合作体制	(97)
6.2 与开发市场及研究市场动向相结合的营业、销售职责	(98)
6.2.1 提供与研究·开发有关的稳定的市场情报	(98)
6.2.2 营业方案同产品开发结合的方法	(99)
6.2.3 由市场需求构思新产品的方法	(99)
6.2.4 新产品设想的营业评价和销售评价	(101)
6.2.5 如何根据情况选择市场调查方法	(103)
6.3 营业、推销部门在成功地开辟产品市场中的作用	(104)
6.3.1 产品开发规划与市场输入计划的制定方法	(104)
6.3.2 开发产品输入市场时的地区战略	(105)
6.3.3 使开发产品畅销的事例	(106)
6.3.4 用于开发产品开拓新销售渠道的战略	(107)
7. 人事与研究·开发	(108)
7.1 研究·开发的行为科学	(108)
7.1.1 影响研究·开发成果的行为科学因素	(108)
7.1.2 研究·开发人员的热情及激励的重要性	(109)
7.1.3 热情对成果的影响	(111)
7.2 影响激励及热情的因素概述	(112)
7.2.1 研究·开发的激励因素	(112)
7.2.2 影响热情的因素	(114)
7.3 研究·开发活动与人事措施	(120)
7.3.1 各种人事措施的激励效果	(120)
7.3.2 研究·开发活动的强化和人事管理习惯	(121)
7.3.3 使用、培养研究·开发人员的各种人事管理制度	(121)
7.4 结语	(130)
8. 研究·开发的支援	(133)

8.1 支援研究・开发工作的重要性	(133)
8.1.1 支援研究・开发人员的方式	(133)
8.1.2 向研究・开发人员授权	(133)
8.2 支援部门的应有状态	(134)
8.2.1 研究・开发人员的工作	(134)
8.2.2 研究・开发部门的管理	(134)
8.3 研究・开发机构内的支援部门	(135)
8.3.1 管理人员	(135)
8.3.2 总务部门	(136)
8.3.3 经理部门	(137)
8.3.4 人事部门	(139)
8.3.5 情报部门	(141)
8.3.6 专利部门	(142)
8.3.7 采购部门	(144)
8.3.8 材料部门(包括仓库)	(144)
8.3.9 试制部门	(145)
8.3.10 测试部门	(146)
8.3.11 特殊技术部门	(146)
8.3.12 研究・开发部门之间的配合	(147)
8.3.13 标准化部门	(147)
8.3.14 计算机部门	(148)
8.3.15 设施管理部门	(150)
8.4 支援部门的评价和人事	(150)
8.4.1 支援部门的评价	(150)
8.4.2 支援部门的人事	(151)
8.5 企业内非研究・开发部门的支援体制	(151)
8.6 公司外的支援体制(协作关系)	(152)
8.7 结语	(152)

前 言

本书是根据日本规格协会1983年10月出版的《经营工学丛书》的第17册《研究·开发》翻译的。《经营工学丛书》共20卷，是为适应八十年代的需要，为了促进经营工程学的系统化而组织编写的，并由东京大学名誉教授朝香铁一等学者所组成的委员会加以审定。其各卷书名分别为（依出版顺序）：《企业经营》、《经营工学概论》、《经营数学》、《概率统计》、《统计分析》、《经营财务会计》、《经营管理会计》、《经济性分析》、《信息处理系统》、《经营情报管理》，《人间工学》、《标准化》、《生产管理》、《作业研究》、《质量管理》、《劳务管理》、《研究开发》、《实验计划法》、《运筹学》、《销售学》。这一卷《研究开发》是写在日本举国上下重视开发自主技术的形势下，反映了日本加强研究开发工作的努力。由于书中首先论述了国外的研究开发机构是怎样形成和取得成功的，并对历史与现状作了调查，因而有说服力地说明了如何才能形成开发新产品的结构。本书还介绍了日本独特的开发新产品的的方法、机制及成功的经验，并且将研究开发的机构、实体与研究开发的指导思想、经验等，融合在一起，总结出研究开发的发展方向。本书的特点是从实际出发、面向实际，以研究开发的实际结构和过程作为中心内容，因此比较实用。同时，本书重点介绍了如何摸清社会需要，按市场要求开发新产品的具体做法，介绍了如何提高研究效率、充分发挥科研人员创造性、主动性问题，又对研究所的后勤、支援部门的职能以及研究所领导者的素质等，作了深入的分析。所以，对于正在加强新产品研究开发、开展科研体制改革的我国科研机构、科技人员和管理人员，具有一定的参考价值。

这本书由谢燮正同志翻译，丁朋序、张志平同志校对，霍俊同志审核，限于时间与水平，一定还会有不妥之处，请读者指正。

序 言

人们必须看到将来的社会变化是非常激烈的，也就是说即将进入大变动的时代。

就各方面来讲，这句话都是适当的。其中最重要的原因是由于交通、通讯的发达，尤其是通讯的发达给予社会很大的影响。比如在某个地区发生一些重大的事件，这个事件通过大众传播工具的通讯网向全世界传播。看到传播结果与事实相适应，就在世界上的某个地方引发新的事件，发生新的变化。因为还会继续传播给整个社会，无论如何，变化速度会加快。

在德川时代，几乎没有通讯、交通。那时候，不论欧洲发生大规模的百年战争也好，发生重大事件也好，当时的东京、江户居民，或者是更偏僻些的农村居民，理应不受任何影响。想到这件事情，就要注意到无线电电视的进步，新闻、印刷的进步，或是飞机的进步等等，可见科学技术的进步必将大大加快世界的进展。我认为科学和社会是不会倒退的。

总之，今后世界的变化，在各方面毫无疑问是非常迅速的。结果我们必须不断地遭遇种种环境的变化。企业也是同样。企业面对这种情况，过去一直采用的办法在各方面已经不适合于环境的变化了。过去在市场上非常受欢迎的产品，常常突然间被同一市场排挤出去，或是被其他公司的产品所取代，或是出现公害等其他问题，企业想稳定地维持下去也是相当困难的。

但是不管什么时代来到，对于我们来说，如果能够开发、制造和供应极好的，即受到销售市场所欢迎的、真正有吸引力的产品，那么毫无疑问，一定能搞好企业经营，特别是如果经常拥有吸引力远远大于竞争对手的产品，那么这个企业就会经常开展稳定而有力的经营。

这表明新产品在未来的时代是非常重要的，新产品的特殊重要性在于：新产品在市场上具有强大的吸引力，而且可以想见，即使在本企业过去不作为销售对象的其他市场，如果能够开发具有强大吸引力的产品，则由于进入新的市场，将会使企业有更大的发展。

因此今后企业经营的最重要的决策人，必须使企业拥有强大吸引力的产品，而拥有强大吸引力的产品的重要因素之一就是产品开发，这里所谓的强大吸引力并不仅限于新产品。如果过去的产品继续具有强大的吸引力，而且如果能在质量、价格以及其他方面制成具有强大吸引力的产品，连新产品开发等都全然不顾，企业也能维持较强的生命力。另外，由于市场的变化，常使过去不被注意的产品，变得特别引人注目，这也将成为非常强大的力量。

但是从这件事的整体看来，是不是可以说新产品就是最重要的呢？

制作新产品的工作，我们谓之新产品开发。在开发新产品中重要的是：对于销售对

象的市场，或者目前虽然不做为对象而今后将要做为对象的市场来说，首先必须搞清楚究竟什么产品具有非常强大的吸引力，实际上可以说这是市场销售的基本问题。

除此之外，在开发新产品时，即使不了解它究竟是不是具有吸引力，也可以首先开发过去没有的、为多数人所不了解的产品，然后再去调查该产品是不是具有吸引力。调查结果如果表明该产品是极好的产品时，就要考虑把它过渡到制造和销售阶段，在制造、销售阶段以后，再看一看，如果能够证实它是极好的产品，随后就可以开展稳定的经营。由此可见，在企业里，开发新产品的“机构”，无论如何也是不可缺少的。

从发展中国家来看，还未开发的产品有许多在先进国家中已经被开发出来了。在这种情况下，如果知道了那些产品在本国市场上能成为有强大吸引力的产品，找出已开发这种产品的先进国家后，就可以直接向本国引进。日本自明治以来，几乎都采用这种方法。日本和欧美相比，从科学技术一直到所谓的近代化方面都非常落后。在明治维新时代，日本前辈人放眼世界而张惶失措，因为他们看到世界各国几乎都变成欧美先进国家的殖民地了。日本前辈人鉴于日本如不急起直追也要同样地沦为殖民地的设想，从而以惊人的力气和坚强的意志，拼命大量地引进欧美先进国家的技术和近代的法律、制度等。这就是日本未被沦为殖民地的主要原因。也就是日本人应该感谢他们祖先的地方。

但是为了引进欧美的东西，首先要把日本自古以来的传统扔掉或是破坏掉，才能大踏步地赶上现代化，这是不可否认的。在引进欧美技术的时候，对于站在引进领导立场的人们，在社会上很受尊敬，而且这些人是成功者。相反，墨守日本古老传统的人们却是非常可怜的存在，在社会上很不受尊敬。这种状态长期持续的结果，曾有过所谓崇拜欧美的时代。

在当时还是后进的日本，无论如何也要争先恐后地引进适合于日本国内的好东西和有吸引力的东西。在当时的环境下，日本只好这样解决新产品问题。因此，按新产品开发原来的意义来说，当时日本的企业当然是非常落后了。

而且，在许多日本前辈人当中，有些人认为新产品开发靠日本人的力量是办不到的。

为什么大家都认为新产品开发非常困难呢？欧美诸国的确是靠自己的力量开发新产品的，但是从第一次产业革命以前开始，耗费相当多的年月，经过各种历史环境，才建成今天的规模。日本江户时代采取锁国政策，即使这些都不懂也维持过来了。尽管后来世界各国突然之间开展了广泛的情报交流，但是由于欧美诸国已有很久的新产品开发历史，即使我们把新产品开发问题立刻提到日程上来，也是不能迅速赶上他们的。

因此有很多人误解了这件事，脑子里灌满了“日本人对于新产品开发工作是不相称的。日本人办不到那样的事”等保守思想和落后情绪。造成这种状况的最重要的原因是，由于从欧美引进知识和技术而取得成功的人们占领了社会的上层机构，而这些人具有“实在是敌不住欧美，只能跟着欧美后面跑”等根深蒂固的思想，因为靠这些起了家，因此就不去努力脱离欧美，不去开发新产品。而且，有些人不自量力，勉强干了一番，而终归失败了，回顾当时的情况，就很容易接受上述的保守思想和落后情绪。

但是第二次世界大战结束后，日本国成了战败国。日本人民以此为转折点，重新从世界上摄取能量，建成了第二次高度成长的时代。结果，日本在经济上、特别是在企业

经营管理上，反而一跃变为成功者，在经济方面日本在世界上的地位有了空前的提高，这是任何人都不可否认的事实。

在这种情况下，日本的技术水平有了提高，对日本有吸引力的引进技术逐渐变得越来越少。形势逼人，因此日本不得不靠自己的力量进行开发。

在这个时候，所暴露出来的问题主要在新产品开发的结构上，也就是在形式与此适应的社会结构上，日本已经大幅度地落后了，而且在教育方面的落后局面更为严重。

然而形势逼人，要求迫切。因此，对怎样开展研究·开发才能创造新产品的问题进行了种种研究。本书只涉及到这个问题的一部份，并从两个方向论述它。首先论述外国的研究·开发机构是怎样形成的，他们是怎样取得成功的，并通过对所谓的技术史或包括历史的现状等进行的调查，对“怎样才能形成新产品开发的结构”这一课题做出了答案。

进而论述了日本企业的研究·开发现状。多数企业分别地进行了各种努力，呕心沥血，经历了形成新结构这一痛苦的时代，才创造出新产品，这种日本独特的方法、结构，是由各种人所开发，而且是经过种种试验的结果，总结这些经验，逐渐形成一种研究·开发方法。

把两者加在一起，将研究·开发结构和研究·开发的基本思想与实际，总结成发展方向，可以说是本书的目的。其次著者想说明一下，本书以实际的研究·开发结构作为中心内容，因此大部分避开了“从理论上讲应该如何如何”的问题，所以比较结合实际。

这里想提醒一下，现在仍有很多人抱有日本人不配搞研究·开发，可以任凭欧美人去干，日本人只要领受结果，很好地进行生产，供应社会需要就行了的想法。但是，这种思想是错误的，其实日本人是一个很能独创的民族。日本位于远东的边缘，长期蛰居于岛国之中，由于锁国政策，与世界隔绝，但是一旦走出“象牙之塔”，放眼全球，就证明了日本这个民族在吸收欧美的新科学技术和合理的思想的时候，往往能以非常灵活的态度，创造非常独特的文化，这是日本过去的发展史。

进一步可以看到，形成日本人思想、文化的语言文字也是独一无二的，无论与全世界哪国语言、文字相比，在种种地方都有很大差异。

但是显而易见，不论从文学上，从理论上或者从理解人类的思想等方面来讲，这种语言都是很起作用的，而且具有很多有用的因素。这是由日本人的祖先发明的。

另外，就是从衣食住来看，日本也都分别具有很大的特点，既优雅又美丽，而且可以说不论与世界上哪个国家都有所不同，具有奇异的独特风格，现已逐渐赢得世界上各国一定程度的好评。

由此可见，日本人是具有独特性、创造性的民族。认为这是错误的说法，实际上才是错误的。

日本的新产品开发能力，绝对不比别国差，这点我是确信不疑的。只是把它付诸实践的机构还未能建立，这是问题的所在，阐明这个问题是非常重要的。

更进一步说，再一个重要的问题是经营者的责任问题。在最终阶段采用该产品，并把它交到制造、销售部门，使其成为公司的主要工作，发展新产品，以及对于发展新产

品的决定，也就是付诸实施的决定，或者对于新产品应该向那个方向发展的方针、决策等等，这些都是经营者的责任。在没有完成经营者的责任的时候，无论形成什么样的结构，也得不到发展。在本书开端我想首先说明一下，经营者的重大责任就在这里。

还有一个非考虑不可的问题，就是最初提到的市场销售问题。一提到怎样完成新产品的时候，就会碰到所谓的种子与需要的论点。所谓种子的概念是，首先有技术的种子，在它的基础上进行新产品的开发；所谓需要的概念是，先有市场的要求，然后才开发相适应的产品。当然做为概念来说，这是很重要的。但是我们必须考虑的，既不是所谓的种子，也不是所谓的需要，而是我们为了制成在市场上真正有吸引力的产品应该怎样做的问题。

这点非常重要。如许多书论述的那样，“这种产品之所以获得成功，就是因为摸清了市场需要的缘故”，这种说法有很大问题。实际上不论任何产品都是肯定要弄清楚市场需要才生产的。没有市场需要就列为新产品研制生产是不可能有的事情。问题在于究竟能不能搞得不好，怎样才能制成有诱惑力的产品，实际上这才是新产品开发的最基本的问题。本书不想深入讨论这个问题。这是因为我们以结构问题为重点进行考虑的缘故，而且实际上这个问题包罗多种的因素，甚至于可以说它也就是市场销售理论本身的问题，等另有机会再谈。

最后是创造性的问题。换句话说也就是关于人的问题。不论所形成的结构怎样好，如果参加到这里的人没有真正的创造性，而且不能充分发挥创造性的话，就不能出成果。在这里最重要的是人和人之间的关系。总而言之，即使结构搞得非常好，而其中多数人之间的关系搞得不好，就不能发挥创造性。这也是涉及广大领域而应该另行讨论的问题，所以我也不想进一步深入下去。但是我有必要指出这是一个非常重要的问题。

最后列出本书的执笔人如下：

- 第一、二章：只野文哉 科技与经济学会常务理事
- 第三章：柳下和夫 三菱电机（株）开发本部组长
- 第四章：大原秀晴 东北大学工学部教授
- 第五章：唐津一 松下通信工业（株）常务董事
- 第六章：西川彻 （株）日立制作所设计研究所所长
- 第七章：寺崎实 日本电气（株）常务董事副主任
- 第八章：茅野健 （株）奥肯社董事社长

茅野健

一九八一年八月

1. 研究·开发概论

1.1 为什么需要研究·开发

企业不得落后于多变世界的潮流。即便是号称世界最兴旺的美国汽车产业，只因为未能向小型汽车这一群众潜在需要及时转变，而被迫陷入困境。另外，据说由微电子学引起的技术革新是一种具有巨大影响的产业革命，几乎能与第一次产业革命相提并论。但是欧洲各国适应性较慢，如果这样下去，则欧洲的微电子市场势将被日美两国完全垄断，甚至于发展到雇佣问题。

因此，不论国家或企业，如果不注意科学技术的进步和市场的动态，错误地估计形势，忽视研究·开发，就要立刻变为时代的落伍者，走到衰落的道路上去。

唯有创造新产品，提高现有产品的市场竞争能力，不断地进行研究·开发，才能给国家和企业带来活力。在新产品中，有的刚一露面就消失了，有的像汽车和电视机那样，长期持续存在而形成巨大的产业。另外，像超大规模集成电路那样（VLSI）的知识密集型部件，组装于现有产品之中，就会大幅度地改变产品的性能和用途。日本的手表和照像机之所以能成为世界上最优秀的产品，也是因为各企业尽快地致力于微电子技术研究·开发的缘故。

据说80年代是技术的时代。它的意义在于在这个时代必须“提高各企业的研究·开发能力，以技术做后盾，积极地研制新产品，尽快满足顾客需要，在经营方面要发挥技术的作用”。

1.2 什么是技术革新

在论述企业的研究·开发时，首先要涉及到革新（innovation）的问题。

众所周知，就革新来讲，在经济学方面有重要意义的发现者是熊彼特（J.A.Schumpeter）。他举出了下述五项革新事例。

- 1) 新产品：制造消费者还不知道的新产品；或是制造质量不同于过去的新产品。
 - 2) 新生产方法：实际上是该产业部门还不了解的新生产方法。这种方法不一定要建立在新科学发现的基础之上。
 - 3) 新市场：在该产业部门从未进入的市场上开辟新的销售道路。这种市场是现有的也好、新开辟的也好，只要对于某种产品是新的市场就行。
 - 4) 新供应源：原料或半成品的新供应源的获得。
 - 5) 新组织：垄断地位的创设（例如由于托拉斯化），或破坏垄断，形成新组织。
- 在这种革新中，发明和发现的意义如何呢？

发现和发明必须创造新的可能性，这一点是毫无疑问的，但是即使出现了新的可能

性（就发明来说是新技术的可能性），而这种可能性本身对于社会和经济不一定有什么影响。企业采用了这种可能性，用新的作法将它付诸于实际工业应用，才能引起革新。因此，只要发明、发现不以企业家的活动为媒介，不采取革新的形式，就不能成为经济发展的动力。以技术为基础引起的这样的革新称为技术革新。如上所述，现在以电子学为中心的技术革新正方兴未艾。

1.3 企业的经营革新和研究·开发

企业要想进行经营革新时，可以考虑下述各种办法。

- ①企业的合并、吸收
- ②引进技术
- ③自力研究·开发

究竟选择哪种革新办法，必须对企业的历史、市场的环境、企业的经营能力、企业的体制等进行综合判断后再行决定。

暂时不讨论企业的合并和吸收。技术引进在技术上、市场上的风险性，要比自力开发的情况更小一些，在短时期就能得到投资的效益和立竿见影的效果。如第2章所述，日本在第2次世界大战以后，从欧美等先进国家积极引进技术，再加进自力研究·开发的成果，制成国际竞争力强的产品，对经济成长起到很大作用。这是众所周知的事情。

但是随着贸易摩擦的加剧，增加了技术引进的阻碍因素，而且在必要时，没有对引进技术的必要保证，因此就不应该将企业的未来完全寄托于引进技术。

企业要想克服严酷多变的外部环境向前发展，必须靠自力进行研究·开发。如果与企业有关的一切领域进行研究·开发，就要分散力量，带来不利因素，所以有时引进一部分必要的技术藉以弥补。但是这时，最好不要像过去那样单方向引进技术，而应采取互相交换必要的技术等互相提供（cross licence）的形式。依靠自力开发来供给技术就越发重要了，靠自力进行技术开发称为自主技术开发。

1.4 研究与开发

在日本研究（research; R）与开发（development; D）常好混用，但是本来二者具有不同的意义，在欧美R和D有显著的区别。在这里举出电子显微镜的研究·开发的例子，边论述由概念的设想到企业化的过程，边阐明研究与开发的区别。

1880年德国蔡斯公司的艾比（E. Abbe），从理论上探讨了光学显微镜的分辨本领（表示能观察怎样小的事物）的界限。其结果是：即使制成无像差的光学透镜，但是，只要照明光使用可见光，由于光的波动性产生的衍射像差的存在，显而易见，分辨本领不能小于照明波长的 $1/3$ 左右。从而光学显微镜分辨本领的界限大约为2000埃（1埃为千万分之一毫米），譬如能看见大肠菌和麻疹伤寒菌，但不能看见流行性感病毒。

此后40年间，期待着分辨本领比光学显微镜还高的显微镜，而始终未曾制造出来。

1924年法国德布罗意（L. de Broglie）（获得诺贝尔波动力学奖），在理论上阐明了电子束有波动性，接着日本菊地正士博士等人，通过电子衍射的实验，证实了波动性的存在，证实了加速到5万伏的电子束，其波长大约是可见光波长的 10^{-5} 倍（十万分之

一) 那样的短波。

接着在1926年德国的布希 (Busch) 在学会发表了能够制作对电子束进行扩大或缩小的电子透镜的论文。

德布罗意 (de Broglie) 和布希 (Busch) 两人的研究, 丝毫不是为了实用的目的, 他们的思想动机纯粹是为了扩大人类的知识。因此, 把以发现新知识为目的的研究称为基础研究 (basic-research BR, 或 fundamental research FR)。

可以认为, 约为光波长 10^{-5} 倍的短波电子束和能使电子束自由扩大缩小的电子透镜的发现, 理应立刻与电子显微镜的发明结合起来, 但是, 这些是在发明以后, 根据所谓“哥伦布的鸡蛋”的设想, 实际上到了1930年才出现了类似的活动。

第1, 德国的鲁登堡 (Rudenberg) 认为, 用电子透镜替代光学显微镜的玻璃透镜, 用电子束替代光线, 从原理上讲就能够制成分辨本领大大高于光学显微镜的电子显微镜, 他根据这样的设想提出了专利申请。这种专利称为原理专利。

随后, 柏林工科大学的诺尔 (Knoll) 和鲁斯卡 (Ruska), 改进了高电压阴极射线示波器, 制成了电子显微镜的实验装置, 开发进行为艾比 (Abbe) 理论找根据的实验。于是在1932年, 成功地拍摄了倍率虽然只有几倍那样低, 但在科学史上却是首创的电子显微镜像。但是鲁斯卡 (Ruska) 了解到为了制作分辨本领更高的电子显微镜, 需要电子透镜的加工和电子加速电源等高级技术, 于是他就由大学转到西门子公司, 在波里斯 (Borries) 的指导下, 进行了电子显微镜的实验和试制。1938年成功地得到了大肠菌的电子显微镜像。其分辨本领高于光学显微镜。根据这种实验, 证实了电子显微镜的技术可能性。像这样, 将发现的新知识应用到特殊目的的探索研究, 称为目的基础研究 (objective basic-research) 或应用研究 (applied research)。如果应用研究获得成功, 则在研究过程中获得独创的成果的可能性就增多了, 从而就能够得到质量好的论文和基本专利。

以波里斯 (Borries) 和鲁斯卡 (Ruska) 的实验成功为开端, 开始从事电子显微镜的应用研究。1939年日本由官、学、民间企业等方面的学术委员, 组织了以濑藤象二教授为委员长的电子显微镜研究委员会。结果很快地就在1966年制成了实验用电子显微镜, 1968年由日立制作所向名古屋大学工学部进行了日本产第1台电子显微镜的交货。第二次世界大战结束后, 由于文部省 (教育部) 的援助, 日本国内几家企业为提高性能所作的激烈竞争, 为降低成本的努力使电子显微镜开始普及, 借这余力, 由1970年开始输出。像这样由预测到实际应用, 开辟市场, 并开展维持市场优越性的一系列活动, 就称为技术开发 (engineering development)。

根据上述情况, 对研究与开发定义如下:

- 1) 基础研究: 以新知识的发现为目的, 有的像研究行星一样不能立刻与实用相结合, 有的像研究遗传基因重组那样可以容易地与实用相结合。从特性来讲主要是在大学理工学部进行的研究, 但是必要时也可以由国、公立研究机构和民间企业进行。
- 2) 应用研究: 这是把发现的知识或现有的知识组合在一起, 探讨为了一定目的是否有应用的可能性的研究活动, 按性质说, 应该由大学的工学部, 国、公立研究机构或民间企业进行。

- 3) 技术开发：把经过应用研究阐明了的技术可能性，从适用于最终目标的产品、处理、系统角度，确定其实用性（性能、品质、成本等）后，应用到企业化方面的开发活动中，就是技术开发，按性质讲，主要应该由民间企业进行。

此外还有探索研究(exploratory research)，先行开发(先进开发)(advanced development)等术语，本书只使用基础研究、应用研究和技术开发这三个术语。

1.5 研究·开发的过程

在前章举出电子显微镜的例子，论述了从概念的设想到实用的经过，这里主要就应用研究与技术开发的开展过程（图1.1）进行论述。

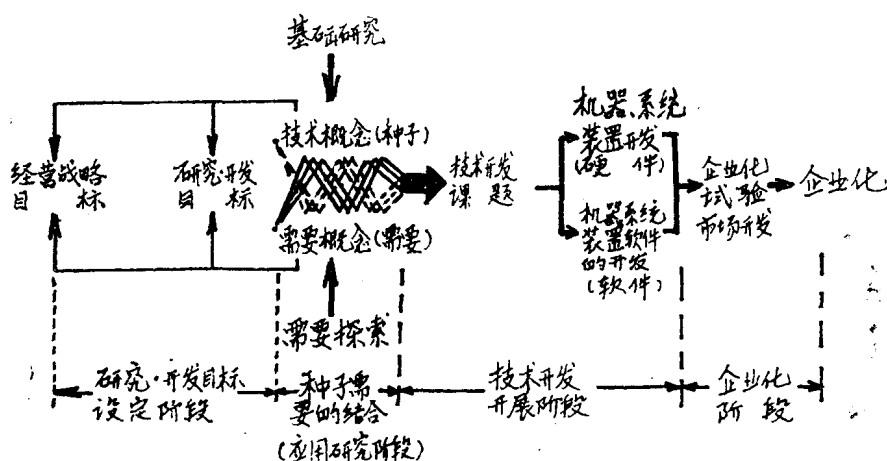


图 1.1 由研究·开发到企业化的4个阶段

- 1) 种子 (Seeds) 或技术概念：为了着手研究开发，不能缺少作为新技术基础的种子或技术概念。对于比光波长远远短的电子束，能自由扩大缩小的电子透镜等都相当于种子。
- 2) 需要 (needs)：用光学显微镜能看到的最小东西不小于1万分之2mm，但有人希望在医学、生物学、遗传工程、化学、金属学等领域中看到更微小的东西，想要高分辨本领的显微镜，这相当于需要。
- 3) 应用研究（种子与需要相连接）：如果用电子透镜代替玻璃透镜，用电子束代替光学显微镜的光，而且认为艾比(Abbe)的理论是正确的话。就会产生“在制成超高分辨本领的电子显微镜的时候……”的概念，发展成电子显微镜的实验。

在此例中，很早以前就有高分辨本领显微镜的需要，把它和事后发现的种子连在一起，反之，一开始就想到“虽然有了这样的种子，可是不能够用到哪里么”，从这里再探索适合于种子的需要。这也是一种研究。

举例来说，譬如弗莱明(A.Fleming)偶然发现了“抑制细菌繁殖的霉”，后来阿伯莱罕(Abraham)和钦因(Chain)提出了“如果服用这种霉，也许能防治人体内部细菌的繁殖……”这种需要概念，从而开辟了走向青霉素的道路。

在多数情况下，使种子与需要相连接的概念，是由个人或是少数人产生的，从多数人的协议或是集体思考是很难产生的。上述电子显微镜的情况，发明者是鲁登堡(Rudenberg)，最初的实验者是诺尔(Knoll)和鲁斯卡(Ruska)两人。晶体管的情况是，美国贝尔研究所的巴丁(Bardeen)、布拉顿(Brattain)、肖克莱(Shocrley)3个人。

电子显微镜、青霉素、晶体管等发明发现，以及最初的技术可能性的实验等等，如果没有具有卓越创造力的天才研究者，是不能想像的。具有这样才能的人们，受益于环境和机会，才能够产生前人未达到的概念，过渡到实验。一般平凡的研究人员就是花10年工夫也是办不到的。但是，在验证概念可能性的实验阶段，需要包括理论家在内的不同专业的多数实验研究人员的通力合作。

由企业亲自动手的应用研究，由随便一想到高度思索和需要、实验等，是多种多样的，这并不是除非天才、研究家就办不到的事。把需要和种子结合一起的概念设想，多数是由富于创造性，精通市场和技术，有高度敏感性的个人或小集团产生的。概念设想的初期，是少数人从事研究，但是随着技术可行性的提高和对于企业有了预测，研究人员就增多了。因此从应用研究的开始到研究结束的整个时期，对研究人数以及必要经费等，很难进行预测。对上述情况不应付出过多精力，而要注重负责应用研究的领导和研究人员的能力，特别是创造力和始终不懈的精神，其他就不必太操心，这点是很重要的。

4) 技术开发：即使根据应用研究，知道了电子显微镜的分辨本领超过光学显微镜，但是如果不能证实它具有要求的分辨本领，容易使用，并能用合适的价格进行生产，就不能企业化和实用化。这在技术开发阶段，对于到什么时候，开发什么样的质量、性能、成本的产品等，都要建立明确的目标，有组织有计划地进行。

5) 企业化前阶段：在技术开发成果达到企业化以前，为了确定市场需要与否，要进行试验性销售，参照这种结果，重新做起后，正式进入市场，开展市场开发。

在这种场合，在现存产品延长线上的技术开发，即所谓老产品的更新是不困难的。而没有先例的电子显微镜和青霉素等是否合乎市场需要是个大赌博，事先并不能保证研究费和生产设备等投资的回收和获得利润。因此，在着手技术开发时，根据如图1.2所

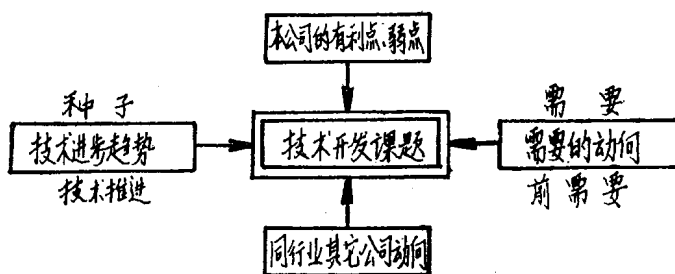


图 1.2 决定技术开发课题的4种评价的主要因素

示的4种主要因素来评价企业化合适与否，决定能否采用。

1.6 研究·开发的十大特点

研究·开发和财务、生产、营业活动不同，有下述特点。

1) 基础研究中，个人的独创性起作用。在应用研究中要对种子与需要相结合的概念设想，以及技术可行性等进行决定，这种实践能力非常重要。

2) 技术开发要比其他公司抢先一步，将产品和技术投放市场，占领优越地位。因此，要设想不模仿旁人的超出常识的而营业性高的开发课题，此时，创造力是很重要的。

3) 从事研究·开发的技术人员和研究人员，短期内是培养不出来的。何况技术开发的领导很不容易得到。经营领导者要给研究人员和技术人员积极提供向困难挑战的机会，有必要用这种方法培养人才。

4) 为了使研究人员和技术人员发挥干劲和创造力，创造生气勃勃的工作环境实属必要。研究·开发利用得好不好，取决于经营者的态度和上级管理人员的领导能力。

5) 研究·开发所需要费用约为：基础研究 = 1，应用研究 = 10，技术开发（包括开辟市场） = 100。

6) 可以期待收到较大成果的技术开发，包括应用研究在内，最短需要三年，一般需要5—10年。在这期间，必须坚持研究·开发投资。经营者如果没有把技术开发坚持进行到底的思想，就不能得到良好的效果。

7) 技术开发课题，预期的成果越大，风险越大。如果没有向困难挑战的企业家精神，便得不到成功的产品。

8) 研究·开发费究竟要花费多少，必须要根据技术与市场变化的程度和与同行业其它公司的比较来考虑。

9) 研究·开发活动没有固定的模式，根据采用的课题不同而有所区别，重复是没有用的。

10) 技术开发的目的是要抓住时机，把顾客需要的新产品、新技术提供到市场上来，收到经济效益。因此经营领导者、经理、人事、营业和制造部门都要认清技术开发是什么，大家把技术开发的结果与营业结合起来，集中搞活经营的综合力量是很重要的。

1.7 研究·开发的管理

1.7.1 常规管理和创造性管理

一面反复进行，一面积累经验，稳步的提高效率，这种财务、材料和生产车间的管理，称为“常规管理”。而研究·开发，对于每个课题都是孤注一掷，重复是不起作用的，所以必须实现灵活的“创造性管理”。如果用常规管理的思想去管理研究·开发，则以规章制度为先决条件，势必加重从事研究·开发的技术人员的心理负担，抑制其创造力和干劲，反而不能收到效果。把研究·开发的管理与其它常规管理区别开来进行处理。