

教学参考资料

孙国君
等译

创 造 工 程

北京现代管理学院

创 造 工 程

孙 国 君 等 译

北京现代管理学院

一九八五年十一月

前言

现在创造活动正在深入地开展。包括自然科学系统的部分专家,研究生在内,以创造活动为对象,从事所谓发明、发现研究的人,产生了很多切实的内在要求。写本书的主要目的就是满足这些人的愿望。本来,这本书所论述的学术方面的题目,正是本书标题“创造工程”。因此,它的标准起码也得符合工程学的普通定义。

这样,本书的内容首先就应该是“创造性的科学”或者是以证实创造逻辑为前提的,满足各项技术条件的科学。鉴于上述原因,创造工程学必然大大地有助于解释创造性活动本身的逻辑。如果让我们先下结论,那正是以后论述的“历史发展逻辑的等价转换理论”的内容。本书第3章着重详细地介绍了上面谈过的“创造的逻辑”和“创造性科学”的构成。

只有这样才能确立以创造性科学的等价转换理论为前提的创造活动的方法论(技术)。第4章正是站在上述立场介绍了重新构成的创造活动的方法论。详细地说,这种方法论可以作为创造研究领域中的软件,提供出广义解释创造活动的方法。一言以蔽之,在这一章中,建立了真正意义的创造工程(Creative Engineering)。

第4章论述的内容,以确立普通的基本原则和介绍其思考程序全貌为主要课题。所以不能充分地提供出与每个专业课题有着直接联系的详细、具体、充实的专业经验。

在第5章里应用上面已经确立的思考方法路线(E·T图形),进行实际的社会性的实例研究。并通过研究一并详细解答上述的工程学方面的问题。其中也举出了几个第一流的、成功的技术开发课题的例子。我相信,这本身就起到了证实本书在理论上有效的作用。

很荣幸,自1967年以来,笔者就主持了一个稳定的、经常活动的组织——“等价转换理论研究会”。这个研究会的协作研究,所获得的技术开发成果,提供了上述内容生动的教材。因此每个项目的论述,原则上都委托给亲自承担过每个相应开发题目的当事人去写。

总而言之,在第5章中,本书提出的创造理论的内容估计已经树立了充分的实际社会性,可以做为一个指标,衡量是否符合真正的工程学的名称。

这个问题暂时谈到这里。关于本书的问世我打算在跋中详细地谈一下。从笔者第一部创造理论著作——“独创研究的方法论(1944年)发表以来,已经过去了四分之一世纪的漫长岁月。通过这段时间的思索生活和不断著书立说之后,才出版了这本书。从这种意义上讲,本书的内容又意味着作为创造理论家的笔者全部著作活动史的、理论的最后归结点。

下面笔者还想谈几句离题的话。对于笔者来说,具有上述意义的本书,以大家所见到的形象,这次又得以见天日的过程,决不是顺利的。那是直接或间接地受到很多人士、机关团体有形无形的援助的结果。

1977年8月于京都、洛东 鸭川河畔
作者

工程师培训教材新资料介绍

读者对象：工程师、设计师、工艺师、技术人员、大专院校师生、发明爱好者、科研人员、政治、军事、艺术工作者等。

① 《**工程师必读—工程问题和解答**》 孔庆征译 16开 380页 5.20元

本书是美国畅销的职业工程师和立志成为工程师者的必读本。内容包括：机械另件设计、传动、结构、力学、热和动力、燃料、热电站、蒸汽机、汽轮机泵、通风鼓风机、压缩机、传热、制冷、采暖、空调、控制等多方面，既有各种基础理论的简明速成复习，又有近500道有附解试题，反映了工程实践中的“现实世界”。

② 《**设计师如何思考**》王仲林译 16开 140页 1.90元

包括：导言、设计师社会作用的变化、设计过程、设计组成要素、测量标准和判断、设计模式、问题和解法、思考和风格、创造思维、设计哲学、设计战略、策略和诀窍、综合分析、计算机设计等。

③ 《**创造性想象**》谢燮正译 16开 240页 3.50元

本书是研究创造工程学培养开发智能的教科书，从想象力的普遍存在入手，论述其重要性、必要性和实践性，涉及范围极广，包括农、工、建、管、科、文、教、艺、新闻等，对心理学研究也颇有特色。

④ 《**工程师的创造力训练**》吴明泰译 16开 280页 4.00元

本书论述发明过程的一系列重要环节，并用大量实例、资料、图表加以说明，充满哲理。作者认为创造力波及到判断、情感、反复、报酬、模式、直觉、选择、价值、动机、激发、远见、规划、抑制、环境、态度、交流、集体、信息、审查、实验、专利、记录、实践等诸多有机方面。此书对研究理论，解决工农业生产活动中的实际问题，尤对创造新产品、新工艺、新艺术有作用。

⑤ 《**有创造力的工程师—发明的艺术**》李晓华译 16开150页 2.00元

本书作者曾在著名的贝尔实验室工作十四年，颇有建树。包括：激发人们自己的创造力、晶体管、电子应用、激光、发明家性格特点和思路、波导、透镜、通讯卫星、为什么要发明、怎样发明等。

⑥ 《**机械发明家**》石玉良 32开 110页 0.70元

本书通俗地介绍了在机床、量具、机械等方面卓有发明功绩的八位发明家的生平、发明装置、经过、分析、产业化。

征订办法

信汇：北京宣内安儿胡同11号发行组。 **信汇：帐户：**中国发明创造者基金会。

开户银行：北京工商银行西长安街分理处 **账号：**6891383

目 录

前言

1. 创造工程学的概论.....	(1)
〔1〕创造工程学产生的历史背景.....	(1)
〔2〕创造性的科学或创造工程学理论系谱.....	(2)
〔3〕工程学技术现状与创造工程学理论的作用.....	(5)
〔4〕新出现的基础工程学的设想.....	(7)
〔5〕从全局出发的技术开发过程的概观.....	(9)
〔6〕适合创造活动的人的头脑特征.....	(12)
〔7〕向心型开发和离心型开发.....	(14)
〔8〕创造性劳动应有的三要素.....	(15)
〔9〕企业活动中形成技术开发成果的条件.....	(16)
〔10〕技术开发人员应有的条件.....	(17)
〔11〕组织体制的内容与创造活动的关系.....	(20)
〔12〕通往创造工程学理论——等价变换理论的道路.....	(22)
2. 构成创造工程学背景的基础理论	
——应用等价转换展开理论的前提.....	(27)
〔1〕创造工程学研究的方向.....	(27)
〔2〕技术发展法则方面的技术论.....	(29)
〔3〕关于技术体制结构的技术论.....	(34)
〔4〕工程学技术内容和使其成立的自然法则的关系.....	(46)
〔5〕处理综合法则关系的技术性.....	(48)
〔6〕工程学的设想及科学方法论.....	(55)
3. 创造性活动的科学.....	(59)
〔1〕从实例分析创造性活动的轮廓.....	(59)
〔2〕创造性活动必须具备的历史性前提.....	(62)
〔3〕作为历史发展理论的创造逻辑.....	(69)
〔4〕历史的变换再构成逻辑的等价变换理论.....	(74)
〔5〕等价变换展开的三种类型区别.....	(81)
〔6〕认定理论和等价变换理论的关系.....	(85)
〔7〕从变革理论的立场看创造理论.....	(86)
4. 创造性活动的技法.....	(91)
〔1〕方法论愿望的历史性经过.....	(91)
〔2〕创造性思维的古典定义的类推概念.....	(91)
〔3〕应用于创造性思考过程的模型思考法.....	(96)

〔4〕关于创造性活动的等价变换思考的概要和其作用·····	(97)
〔5〕作为思考程序的等价变换思考流程图·····	(104)
〔6〕创造性的直观内容和偶然性的作用·····	(114)
〔7〕创造性情报处理过程的一般偶然性作用·····	(117)
5. 等价变换流程图(E,T线图)活用技巧的实例及其分析·····	(120)
〔1〕自动抹糊机利用E,T线图法的实例分析·····	(122)
〔2〕携带式(布料延伸率测定器)开发过程的分析·····	(130)
〔3〕配电电杆中测定接地电阻用的新型接线柱的开发·····	(132)
〔4〕混凝土快速养护法(硬化法)的开发·····	(132)
〔5〕混凝土建筑施工中大型型箱施工法的开发·····	(135)
〔6〕高粘性液体(脂)的多喷嘴充填装置的开发·····	(135)
〔7〕关于电烤鱼器开发过程的实例·····	(137)
〔8〕输送重型设备用铁路货车开发实例分析·····	(140)
〔9〕合成化学中E·T线图法的应用例·····	(142)
〔10〕稀土氟化物制造工程的改良例·····	(145)
〔11〕吸附法分离空气中的氧的例子·····	(145)
〔12〕用E·T线图法的工业设计创作方法·····	(147)
〔13〕设计教育中等价变换理论的应用·····	(151)
〔14〕高纯度高铬超级不锈钢制品的开发过程·····	(154)
〔15〕铁线材振动洗净装置的开发过程·····	(156)
〔16〕自动文件存储用书架的开发分析·····	(158)
〔17〕用E,T线图法研制氯的电解制造工艺·····	(161)
〔18〕用E·T线图法开发高性能铅蓄电池隔板·····	(172)

1. 创造工程学的概论

(1) 创造工程学产生的历史背景

从美国60年代含混不清地使用创造工程 (Creative Engineering) 这一词汇以来, 至今成为其主流的思想, 可以归结到高效率地找到构思的新颖性、多样性的思考技法方面。简单地说, 那里所涉及到的创造技法 (Creative Technique) 的内容, 经常和真正的创造工程的概念作为同义词而使用。然而现在重新考虑一下, 在某种程度上也可以说是不得已的过渡过程。

1960年前后, 虽然第一流的技术革新成果陆续出现, 但是很多人还没有普遍地承认符合这种技术革新名称, 清楚地说明新技术开发过程内容的理论体系。最多也不过是获得或容易获得新思想之类的, 以某个经验事务为线索的辅助系统思考技术, 引起了人们的注意。总而言之, 像一切技术刚出现时那样, 这里也意味着带经验技法的创造性登上了历史舞台。

回顾上述的历史过程, 到了20世纪后期, 国内外的各种创造技法 (思考法), 及问题整理法才出现了惊人的繁荣时代。本来, 作为其结果, 思考法, 智能生产技术等词汇目前已经在市民社会的每个角落泛滥起来。如果不管有无实际社会效果, 那么, 这么多的创造技法, 至今为止起到的启蒙作用, 的确是应该大书特书的。无论怎样高度地评价它在文明史方面的意义, 决不会犯下夸大的错误。

为什么这样说呢? 因为发明、发现所代表的人类历史上的创造活动的方法论, 长期以来一直被关在神秘莫测的大门里, 至今为止, 严厉拒绝普通人涉足的缘故。但是进入本世纪60年代以后, 各种技法、流派出现的爆发性的繁荣, 一举击破了该传统的神秘主义的气氛, 把这一领域, 作为普通社会人可以介入的领域, 甚至使这一领域顺利地取得了市民权。这是一两个天才人物的个人努力而达不到的, 它正意味着社会历史的成功发展。

本来历史发展都是冲击性的、关键性的重大历史事件触发而成的。以1957年10月苏联发射人造卫星的成功为起点, 对于以前目空一切, 在包括军事力量在内的科学技术领域里, 经常以天下第一自负的美国统治阶层来说, 苏联方面在宇宙开发技术方面的成功简直像晴天霹雳一样。

果然, 在苏联发射卫星成功的第2年 (1958年) 9月, 作为最大限度地发展科学技术力量的紧急教育措施, 美国颁布了众所周知的国防教育法 (National Defense Education on Act)。在该教育法实施以后的五年之内, 仅就各级学校教育机关的普通教育振兴补助金来看, 就支出了高达8亿5千万美元的巨款。

作为直接适应社会经济史方面要求的措施, 1957年以后美国陆续出现了各种创造性研究机关和研究组。至今为止, 曾经设过创造性研究机关的大学有南加利福尼亚大学, 加利福尼亚大学, 犹他大学, 宾夕法尼亚大学, 芝加哥大学, 布法罗大学, 伊利诺大学, 赫伯特大学及麻省理工学院 (MIT) 等。

属于每个机关的著名研究人员有: 吉尔福德 (Guilford, J.P.), 泰勒 (Taylor, C.W.), 勒文菲尔德 (Lowenfeld, V.) 盖祖尔斯 (Getzels, J.W.), 杰克逊 (Jackson,

P), 托兰斯 (Torrance, P.), 麦肯农 (Mackinnon, D.) 等人。但是他们的主要业绩都集中在心理学及教育学方面。给以后该领域的研究动向, 带来很大影响。

如上所述, 在以历史社会的形势为背景的创造技法领域, 作为专门教育训练机关, 人们都知道: 1954年广告代理商奥斯本 (Osborn, A. F.) 创立了以他为理事长的创造教育财团 (The Creative Education Foundation)。本来在这以前, 就是这位奥斯本, 于1949年在布法罗大学开设了创造性思考训练的夜校。接着他充实了自己的讲义, 确立了自己的创造技法。这就是众所周知的集体思考法, 也叫头脑风暴法。

这种集体思考技法的原则被MIT以及美国空军, 通用电气公司等办的教育训练班采用, 以后又向各类大学, 联邦政府、产业界普及。

经过以上过程, 以上述奥斯本的, 面向普通人的创造技法的提案为开端, 正如大家所知的那样, 现在即使不靠有特殊才能的人, 也可以迅速地把“人们不靠其他任何人, 就可能进行提高创造性的教育”的判断, 扩展到普通的社会领域。如果不考虑这种说法是否严密, 有没有普遍性, 那么奥斯本的启蒙作用, 的确做出了无可估量的贡献。

1961年戈登法的提倡者戈登 (Gordon, W. J. J) 提出了以类比法为中心的提喻 (一译综摄法) 思考技法, 并且进一步扩大了普及范围。

上述两种美国创造的思考技法在整个六十年代普及率非常惊人。已经渗透到各种企业、机关及各种团体之中。尤其是后者 (戈登的) 提喻技法, 据说不仅被世界最大的电子计算机厂家IBM公司采用为公司内创造性开发课的教材, 而且在发表时, 就给企业经营的整个体系提供了参考价值。

概括说来, 这时的美国大企业几乎毫无例外地关心各种思考技法, 并把符合自己感受性的内容应用到组织活动中, 例如通用电气公司虽然设置了企业内创造性开发训练课, 但是教材用的是该公司工程师范盖 (Fänge, V.) 提倡的思考技法。而且所有被称为思考技法的东西都与提倡者的实际活动经验有很大联系。主要结果的实利性都成为全部主张的根基。用一句话说, 都属于以前的工程学概念中的经验技法。所以在这个意义上讲, 所谓的多种创造技法, 都可以说大体上具有古代, 中世纪的技法轮廓, 具有重新出现在思考活动方面的性质。

总而言之, 在确立、普及上述经验技法的主张之前, 创造性活动都是一般社会人士不易进入的神秘领域, 或者被理解为偶然现象, 而曾经成为主流。用一句话说, 除了极为罕见的偶然情况外, 可以理解为超群的天才们灵感 (Inspiration) 的结果。所以如客观事实明确指出那样, 认为具有这种意义的创造活动的思考内容, 有一定程序的论点, 一直被认为可笑。所以在1960年以后的近代社会放手利用上述创造技法这一现状, 对于过去三十年来一直从事树立创造理论的笔者来说, 确实有隔世之感。从这种意义上讲, 对于近十几年间的美国版创造技法的出现以及其兴旺发达而带来的启蒙效果, 真是不知道怎样感谢才好。起码说来, 只有美国出现创造技法之后, 才有日本后来的创造研究及各种创造技法的繁荣。

(2) 创造性的科学或创造工程学理论系谱

与上一节谈过的思考技法不同, 与更广泛意义的创造性发现有联系的研究活动, 勉强可以追溯到更远的古代。例如据斯坦福大学的数学家波利亚 (G. Polya) 考证, 公元300年前后的希腊几何学家巴普斯 (Pappus) 就留下了名为解題术 ($\alpha\gamma\alpha\lambda\mu\omicron\mu\epsilon\gamma\omicron\sigma$) 的文献。这大

概可以说是世界上最早的研究创造问题的文献。

下面以笔者的判断为前提，以发表年代为顺序，举几个有价值的研究创造学的例子。首先应该看到十七世纪诞生的万能天才笛卡儿（R.Descartes）的研究。尤其不能忽视的是这位笛卡儿指出了今天所说的创造性直观的重要性。作为文献保存下来的有《方法序说》（见1637年）和《精神规则的法则》（1649年）。可以认为这两部著作大致明确地表明了他的见解。

到了十八世纪，和依撒克·牛顿（A·Newton）一起虽然出现了发现现代数学解析法——最佳微积分法的数学家莱布尼茨（G.W.lebniz），但是据波利亚介绍，他以自己的数学发现工作的经验为基础，明确地指出了创造过程中的方法论的意义。

到了十九世纪，神经病学者隆布罗索（C.Lombroso）如大家都知道地那样，提倡“天才疯狂学说”，并给以前创造出伟大业绩的被人们仰慕的天才们下了定义。他认为，天才毕竟不是沿着一定轨道运行的行星，而和偶然出现又忽然消逝的流星一样。

现在看来，上述见解类似于犯罪心理学家的单纯朴素的思考内容。与被强烈的神秘主义气氛包围的经历相比，以前的天才观，都或多或少地将天才人物划分到一种狂人范畴的尝试，确实有着不可忽视的历史意义。

时代进入了二十世纪，法国著名的哲学家柏格森（H·Bergson）发表了有名的《创造的进化》（1907年）一书。众所周知，该著作提出了关于生物进化的本质内容，从原理上看就是创造的发展过程的见解。

如果如此，这就形成了站在历史论立场上的现代创造论思考的先驱。具体地说，1955年以来的现阶段，生物进化史所具有的历史的大致过程，已经完全被历史论的现代创造性理论所证明。

接着是大数学家，大哲学家普安卡雷（通译：彭加勒A·poincare）以自己在数学发现过程中经历过的几个事实为基础，留下了《科学与假说》（1902年）、《科学的价值》（1908年）、《科学的方法》（1908年）等著作。其中《科学的方法》一书与现代创造理论的等价转换理论的骨架在定性方面显示出了相当的一致性，使人们感到非常有趣。下面具体地论述一下他在上述著作中阐明的见解。

我们必须指向的目标，与其说是找出相似和相异，倒不如说重新认识看起来并不一致之中隐藏着的相似，……，内容虽然不同，但是其形式，其部分间的排列是相似的。从这一方面看规律的范围逐渐扩大，有将要包容一切的倾向。

上面普安卡雷进行的关于创造活动的判断，或者预见的方向性，也是被笔者分成体系的本书的中心题目。大概可以称他为等价转换展开理论的原始的、偶然的先驱吧。（详细内容见第3章）

以后著名的心理学家克雷奇默尔（E·Kretschmer）发表了《天才的心理》（1929年）一书。众所周知，以该著作的出版为转机，现代创造理论和心理学的接触逐渐趋向稳定。从这个意义上讲，克雷奇默尔的功绩是现阶段研究创造性的，丰富多彩的心理学的历史先驱。

最后简单谈一下现代创造理论开始创立的状况。到头来还得谈点自己的演变过程，真是不胜惶恐。首先以笔者的处女作《独创研究的方法论》（1944年）开始，以后又出现了波利亚的《如何解题》（1945年）以及沃特曼（M·Wertheimer）的《生产性思考》（1945

年)等著作。

这里虽然没有更多的时间进行详细的罗列,但是看一下发表年代的先后,立即就会清楚,这三本书是在第二次世界大战的末期先后出版的。然而有趣的是从内容上看,也有很多共同点。具体地说,该三部著作都重视类比思考,并把类比思考做为自己立论的根据。(但是笔者以后还要详述,1955年我就与这种类比思想诀别了。)

总而言之,这里使人感兴趣的是,上述三位作者之间,在大战快要结束的社会状况下,尽管没有交换过任何情报,却在上述的历史时期(第二次世界大战末期),几乎同期地出版了内容相似的著作。如果站在历史社会的要求角度去看这一现象,就会让人们想到存在着几个共同条件。1940年我在京都帝国大学工程学系当助教。当时的第一个条件是教育制度已经加强了自身目的化的方向性,对笔试主义已经产生了本质的怀疑。第二个条件是由于第二次世界大战的原因,从先进的工业国引进资料已经完全停止,以此为基础的研究,水平已经处于停滞状态。并对以前彻底倾向于引进的学术、技术体系,开始进行真正的反省。

在上述历史社会条件下,作为旨在真正恢复自主的构思力的前提,笔者发现并阐明可能具有创造性思考方式的客观法则性的意义。并暗中决定研究最终目标为“创造性活动究竟是什么”这一课题。

本来,在当时的日本根本没人去研究这样特殊的大的课题。更没有现成的文献资料。所以从头到尾只能摸索着干,别无其它方法。为此,除了采用以后谈及的两种归纳性研究手法之外也别无它路。

首先第一,多次对成功地作出大发现、大发明的人物,进行了实例研究。通过研究强行找出和整理他们的共同的思考方法的特征。结果笔者通读了关于发现万有引力而出名的依撒克·牛顿,以发现电磁感应而出名的迈克尔·法拉第、在昭和2年具有划时代意义的田熊式锅炉的发明者田熊常吉、发明铅粉制造机的岛津源造等人的自传及传记,系统地分析了其中出现的各种数据。

第二,笔者应用了自己关于思考的直接经验。同时又采用了以纯技术理论的方式,追究思考经济理论(方法)的做法。我从少年时代起就不善于硬记那些乏味的文章,而对自主的思考能力,抱有很强的自负心。这样我就可以对自己的自负心的内容,来个详细的解剖。

通过这样的剖析、研究由前者就可以比较简单地搞清以前称为类比思考的思考方法,在创造的思考活动中的意义。研究后者,可以在不同时期,以自己头脑中具有的信息为对象,弄清信息检索能力的大小,接近探索概率的概念。后来,我把这些研究内容大致地归纳为一本书,那就是初版的《独创研究的方法论》(1944年)。说详细一点,在京都帝国大学工程学系的电工教研究室工作时,有时因病不得不去疗养。利用疗养的机会把以前的研究内容归纳在一起。

下边谈一下波利亚的情况。他的思想的基本轮廓是以其他数学家、数学教师的长期经验为前提,汇总了以前的构思而形成的。但是第二次世界大战末期,已有权威的垮掉,刺激了他,他的直接动机中,包含着向古老的学风进行挑战的意思。

后来在方法论的中心概念中,与笔者相同,提到了类比思考的作用。

再谈一下沃特曼的著作。从中我们可以明显地看到,他为了逃避纳粹分子的迫害而移居美国。在第二次世界大战的各种矛盾和不合理的体验之中,开始从事形态心理学的创立工作。而且他又通过与物理学史上的大天才爱因斯坦博士的亲密交往,总结了包括活的科学史

信息在内的理论。

上述沃特曼的思想中,引起我兴趣的是直接反映形态心理学想法的理论——再构成(reorganization)和再群化(regrooping)的概念。这一思想与1955年笔者提倡的并为本书主干的创造逻辑——等价转换逻辑有着很大的共同点。如后面要谈的那样,首先在两种不同的事物之间,为了明确地给等价性的成立下个定义,等价转换理论要给出规定的观点。在此基础上分析属于任意系统(O系统)的现象A,并向着属于任意转换系列(τ)的现象B进行转换,然后重新构成。这就是等价转换理论的基本内容。

如果尽量地简化一下以上的过程,那么作为创造理论的等价转换理论就是实现任意举出观象的等价转换再构成的理论。

总之,在上述的历史社会过程中,在1957年以后的工业领域出现了非常多的创造性研究文献及著作。但是到了1977年,在经济发展速度降低的同时,被称作创造理论、创造技法的文献类也在数量上开始出现减少的倾向。

表1—1

pappus	(B·C300年前后)	〔解题术〕
Descartes	(1649年)	〔精神规则的法则〕
Leibniz	(1695年)	〔微积分法〕
Lombroso	(1864年)	〔天才与疯狂〕
Bergson	(1907年)	〔创造的进化〕
Poincare	(1908年)	〔科学的方法〕
Kretschmer	(1929年)	〔天才的心理〕
Ichikawa	(1944年)	〔独创研究的方法论〕(初版)
Polya	(1945年)	〔如何解题〕
Wertheimer	(1945年)	〔生产性思考〕
Koestler	(1964年)	〔创造活动的理论〕

将上述意义的理论的系谱(非创造技法的系谱)的主要内容整理一下,则如表1—1所示。(但是末尾的koestler〈凯斯特勒〉的著作内容以后还有机会叙述,这里不再详谈)。

〔3〕工程学技术现状与创造工程学理论的作用

在文化、学术、技术等古代、中世纪阶段,例如在亚里士多德(Aristoteles),毕达哥拉斯(Pythagoras)莱翁纳多·达芬奇(L·Davinci)等活跃的时代,一个伟大的人物,在很多方面留下惊人业绩的情形很多。例如达芬奇既是天才的技术人员,又是有水平的画家。除了这种情况以外,同一个人在政治学、经济学、逻辑学、诗歌理论等各个领域创造出有历史价值的贡献者,也决不罕见。上面举的亚里士多德的例子就具有一定的代表性。

但是如上所述,在某种意义上讲,允许万能人物存在的历史阶段,尽管个人的能力有大小,但是一般说来,学术技术发展的水平均相当于开创期,或者创建的发展阶段。用一句话说,在未分化的综合阶段具有易于发现的特征。

与此相反,在上述意义的古代、中世纪阶段结束时,包括技术在内的学术文化的发展史,作为第二阶段,已经是专门以深度和宽度下定义的第二阶段。它沿着近代史的方向发展

到今天。这里如在前一阶段见到的那样，未分化的综合图形全部崩溃，而像笛卡儿在其著作《方法序论》（1637年）中规定的那样，确立狭义的专门概念和其历史的繁荣时代已经到来。也就是说作为上述古代、中世纪图形的对照，贯穿自己专业范围宽度和深度的辅助系统化的专门领域和以此为基础的专家意识的黄金时代已经到来，

相反，到了20世纪六十年代，在这种专门领域定义的发展线上，产生了许多伟大的历史业绩。也就是说，只有在笛卡儿式的细分线上才能产生多种历史价值。例如二十世纪后期物理学方面卓越的业绩都是具有代表性的例子。因此专攻普通物理的专家们立即消失。相反，物性物理学，基础物理学或其中又进一步细分的学科，如生物物理学、核物理学，基本粒子论等方面许多专家，都做出了自己的成绩。

在工程科学技术领域，例如普通电气工程学领域已经消失。而在电路分析专业，半导体材料专业，微波技术专业以及数字计算机硬件专业，软件专业或逻辑电路专业等无止境的细分线上，专家们都取得了成绩。这种单纯形态的细分化倾向在七十年代前期几乎无休止地发展着，席卷了近代社会的每个角落。

然而，现在历史已经进入了二十世纪后期，尤其在石油危机以后的1977年，在上述已经确认的学术、技术领域的细分化倾向中，很多专家已经逐渐明显地看到排斥自己的状态。

第一个矛盾在总系统方面，由于相对地缺少综观全局观点，而产生了各种停滞和混乱。甚至会出现不明确自己的专业范围居于整体什么地位的情形。由于相邻专业边界区域的复杂性，还会迷失自己应该努力的方向。

因此，在抛弃整体联系的状况下，作为极度细分的辅助系统的已有专门领域，在方法论的智能水准方面，已经出现了很大的差距。甚至会在专业的名义下，出现方法论方面非常幼稚的专门领域与时代最高水平的专门领域无政府意义的共存状态。

目前作为宇宙开发技术而出现的火箭发动机就是一个简单的工程技术方面的实例。大家都知道，在开发增强推动力的火箭发动机的时候，设计受燃料的影响很大。而在开发能够使用高性能燃料，充分适合新燃烧条件（温度）的零部件材料时，影响就更大。否则，综合的技术思想就不能成立。

如上所述，为了在实践中解决专以深度和广度为中心而规定的近代专业概念的难关，需要重新与目前已经细分的已有专业领域的周围相邻领域有意识地进行交流或者从相邻领域重新引进有关方面的知识。

经过上述发展过程以后，时代已经到了自1948年起，如以后谈到的那样，已经呈现出研究N·维纳（N·Wiener）下过定义的边缘区域的意义阶段。大家都知道，早在1948年，MIT的数学教授维纳就发表了控制论体系。如书的副标题所表示的那样，从动物和机械间的通信与控制的观点看，是综合、统一研究边缘区域的一种思想。它对解释今天所说的与控制工程技术有关的最基础的新领域做出了无可估量的贡献。

以后还要谈到维纳的边缘区域的研究成果——控制论体系的树立马上就对通信工程学、计算机工程学、控制工程学、生物物理学、医学、心理学、社会学、语言学等各个领域提供了重大的启发，同时也提供了基本的新知识。

详细地说，从1939年开始，维纳在母校赫伯特大学参加了科学方法论的研究组。该小组的成员以出生于匈牙利的数学家冯诺伊曼（V·Neuman）和墨西哥心脏科学研究所的生理学家罗森布卢思（A·Rosenblueth）为中心，还有通信工程学家，电子技术人员等。据

说该研究会各种讨论都成为直接的前提，产生了上述的控制论的新技术体系。

总之，在提倡这种新的技术理论时，虽然有不少误解、反对、冲突，但是不久它的先驱意义就成了不可否定的东西。例如提出这种理论不久，据说苏联以控制论是资产阶级的货色为口实而进行否定。然而不久，舆论为之一转，在基辅建立了国家控制理论研究所，在学术上出现了很多成果。

这个问题暂时就谈到这里。具体地说，真正意义的控制论概念，很明显就是把在解释生物的神经生理机构中得到的，关于通信与控制的新知识的等价性，作为线索，应用到机械系统的通信与控制领域中。同时，反过来再把机械系统中获得的新知识的等价性，作为线索，使其在生物系统的理解及分析方面起到一定的作用。在这个意义上讲，已经超越了以前的近代辅助系统的专门概念。用一句话来说则如该书副标题中明确地说明那样，它与树立通信与控制方面的总系统体系有着密切的联系。

换言之，作为新的技术理论的控制论，以前均在近代的细分化学科的框框内，个别处理，或者在所考虑事物深处，包含着成功地认识普通法则存在的内容。

下面按着图1-1所示的各项内容粗略地看一下上述历史过程的变迁。从①的未分化的综合阶段出发，经过②的笛卡儿规定的近代细分化的发展阶段，到达③的边缘区域研究阶段，最后几根主干发展到第④阶段，从而确立了新的总系统的基础科学或基础工程学的内容。



图 1-1.

(1) 未分化的综合 (古代阶段，自然哲学)
(L·达芬奇)

(2) 分化，发展
(R·笛卡儿)

(3) 研究边缘区域
(N·维纳)

(4) 基础工程学 etc.

(4) 新出现的基础工程学的设想

经过上述历史演变，在全部技术体制成立的基本背景中，比以前认为属于辅助系统的技术概念更基础的几个构成要素的想法，逐渐巩固起来。这就为工程科学 (Engineering Science) 等用语的出现作了必然的准备。本来由于论者的习惯及立场的不同，也会出现一些微小的差别。但是大体上分来可以基本上归纳为以下三点。

①能量转换系统，②信息处理系统，③材料系统三个构成要素。

概括地说，所谓的基础工程学的研究就是从上述三要素的观点，综合地观察全部技术方面的问题，并且再总体地系统地掌握它。前面讲过的维纳控制事例中，只在统一观点下举出了全部要素中的第2项，并把它一元化了。这样一来，关于控制和通信的一切技术对象就可以普遍地纳入他规定的控制论范围。如上所述，副题“动物和机器方面的控制与通信”也正是这个意思。本来可以直接地以动物系统和机械系统作为主要对象来谈，但是其本质的涉及范围当然要横跨控制和通信的整个技术领域。直截了当地说，1948年新提倡的控制论，正是在自然过程中出现的基础工程学之一。

不管怎么说,为了使基础工程学的研究在现代史上具有充分的意义和作用,不仅需要研究各种实际活动,而且还要研究理论,思考技术方面的计算方法(数学方程式的手工计算及计算机处理)。尤其是属于后者的微分方程式化的重要性,以1672年牛顿的历史业绩为出发点,到今天为止已经发展成巨大的科学体系。

所以找出上述基础工程学的三要素内容,并且新开发出综合提高每个范围水平的数学解析方法,则具有很深的意义。

但是,大家都知道,作为数学性思考技术的解析方法本身就是一种强有力的信息处理技术。然而只限于处理解决顺序已经确立的问题。这里,人们开始逐渐地认识解决顺序目前还没有确立的范围,即狭义的算法还不能确立的范围的信息处理手法的作用。有计划地研究新的信息处理领域,正是本书的中心主题。换句话说,以上的学术性课题正是创造工程学体系本身。

概括地说,它以解决技术工程学领域中前所未有的疑难问题为主要目标。那当然也就意味着真正地发现解决创造性问题的顺序,树立关于组织实施体制活动范围的学术史上的理论体系。

如上所述,站在综合立场上看时,基础工程学的主要构成要素如下:

- 
- (1) 能量转换系统(power)
 - (2) 信息处理系统(control communication)
 - (3) 材料系统(Matter Base)
 - (4) 数学解析(Mathematical Analysis)
 - (5) 创造工程学(Creative Engineering)

详细地说,上面的第一构成要素是关于我们行为主体,在自身进行技术实践时,可能获得或发现所需能量的原理的问题。作为一般方法表现为对能量存在形态的转换及流动方向的研究工作。

具体地说,被称作所有种类的原动机或者动力源的技术原理均为第1要素方面掌握的内容。然而系统地看一下其构成原理,当然要在能量载体(石油、煤、处于势能状态的物质、处于动能状态的物质)的搬运及贮藏技术的前提下成立。

第2构成要素的内容包括信息发生,传送以及识别,存贮等一切信息处理工作体制。前面所说的维纳的控制论及微波收发体制,激光收发体制、包括电视机的宇宙通信体制及电子计算机技术等都属于这一范畴。

不言而喻,上述的两个构成要素间的技术区分问题,总的看来,由于所站的立场不同,整理掌握的手法不同而不同。认真地讲,首先要决定把技术研究观点放在能量方面,还是放在信息方面,然后才能确定。所以说,没有某一方单独成立的技术。两个构成要素本来应该放在与辅助系统互补的必然条件下。这个问题以后还要具体地进行分析。

由于以上原因,目前技术目标放在第一构成要素方面的尖端技术,当然是原子反应堆技术。把技术目标放在第2构成要素方面的尖端技术当然是包括微波收发技术在内的电子计算机技术。但是应该注意的是它们之中的任何一方,都不是只凭基础技术构成要素而成立的。

下面谈一下第三种构成要素。它与确保上述两种基础技术要素的物质构成材料有关。具体地说它代表了以金属材料为首的纤维,燃料以及其它各种物质的材料技术的领域。它把主

要目标放在确保特定条件下满足能量转换系统性能和信息处理性能的物质性方面。所以，为了提高代表最后技术目标的第1、第2构成要素性能就非得提高第3构成要素的性能不可。

从近二、三十年里出现的实例看，随着超大型火箭发动机的性能提高，燃料喷咀材料的开发和电子工业半导体材料的物理性能方面的开发，如果不达到一定水平，该问题所具有的水平也就可想而知了。也就是说各种技术成果都以可能确立的材料技术方面物理特性为基础，为出现的必要前提条件。

有关这一问题还要在下一章详述。但是像上面论述过的那样，具体的技术系统或技术装置的成立条件要以材料技术的基础为前提，同时也要通过①的能量转换系统的要素和②的信息处理系统的要素，有机结合而成立。所以原则上讲只提高某一方，作为技术系统是没有意义的。下面举例说明一下。例如使满足一定目标的宇宙火箭技术（登月火箭等）成立，不仅要在动力设备方面开发设计出具有充分性能的火箭发动机，而且也要把调节、控制发动机运转的技术提高到一定水平。此外还要绝对确保激光及微波通信等无线感应技术的技术水平。

这样，全部种类的技术开发问题，归根结底都是上述3项中的基础工程学构成要素的有机地综合，都不得不等待着它们的完备、充实，以及上述④~⑤项的思考技术体制的进步。

〔5〕 从全局出发的技术开发过程的概观

追溯到开始时期看一下已经确立的技术开发过程，可以认为具有以下三个过程：

①问题的提出（具有新历史意义的潜在问题明显化或者其发现过程）；

②思想的确立（获得形成解决问题想法的过程）；

③构成现实的新技术（将获得的想法定性定向，具体地形成足够满足一定目标的技术水平）。

本来，在现今的实际技术开发过程中，上述的第1过程阶段，按着上司的指示及用户的要求，不少都是外界提出的。所以往往会出现只在上述的②~③阶段中作技术开发工作，就已经足够的想法。然而这确实是一种错误的想法，绝对不容忽视。

无论是不是工业范围的技术开发，大概在第一流的创造性活动的成立过程中，作为该程序的第一阶段，绝对需要提出新的问题，大胆充分地预测未来。例如在1945年以前，并没有人想到要开发新的非热电子型的放大元件。当时在贝尔电话研究所的W·肖克莱小组提出了历史上第一个要解决的课题。在四十年代前期很多电子方面的专家头脑里并没有这种想法。这意味着一种提出革新问题的能力。所以肖克莱等人实际的第一阶段，在1949年才算开始。接着是第2、3阶段。于1951年才开发出电子发展史上前所未有的结型晶体管。

也就是说能否成功地获得第1流的技术开发成果，关键问题就看能否在开发过程的第一阶段有创造性的提出问题的能力，和能否及时地发挥这一能力，所以倘若不能闯过第一阶段的难关，其它任何创造技法，任何专业技术信息均得陷入缺少画龙点睛的状况。

总而言之，准确地找到许多人还没有任何预感的潜在课题，并促使其明显化的工作，是至今为止的任何说明、任何解释都不能胜任的工作。以这种历史过程为前提，上述的第1过程均用所谓的灵感、理解力、第六感觉等带有浓厚神秘色彩的词汇来表示。

本来在近代哲学形成以后，只有上述的灵感或理解力一类的神秘主义概念还不够。于是就出现了今天所说的直观（Intuition）或者创造性直观（Creative Intuition）一类的概念及用语。然而，现在所说的直观概念超过了合理的推论法，例如归纳和演绎的内容，故是一种与传统的逻辑思考形式不同的方式。

直到1966年，通过笔者的研究，才决定性地搞清了使创造性直观成立的理论结构的全貌。也就是说搞明了直观作业所具有的信息处理图形的基本结构。

下面简单地谈一下结论。所谓的创造性直观是通过吸收较少的信息（包括数据、资料、经验）一举使一直处于潜在形态的本质明显化。它在由于引进信息的不足，而使现代典型的推论法——工作研究法及预测未来的特尔斐法等难以发挥本来作用的状况下，可以获得特殊的作用。关于创造性直观的详细信息处理机构的分析，请读者参考一下本书的第4章，及那里引用的笔者已经发表的文章。下面稍稍介绍一下其大致内容。

我们每个人生活在现实社会中的同时，又要遇到各种矛盾，提出各种要求，并要毫不回避地解决各种矛盾。但是上述的提出要求的生活经历不能留下有特殊意义的痕迹，很多场合下往往都归结于浪费时间方面。然而在某一特定人物的特定生活经验中，长期地对现状发展表示不满（问题）决不罕见。

这时候产生不满的心情和偶然形成的愿望经常出现。而且这种漠然的信息块的内容（即具有模拟信息形式的愿望），在某段时间内继续存在的现象也很多。这时，在本人没有充分认识的情况下，经常会接近愿望理想化。

在上述过程中被理想化了的愿望的内容，都应该由于本人所具有的想像力的大小、至今为止的个人生活经历的广度及深度的不同而不同。但是，在几种理想化的愿望中，发现包括某种客观性，即某种客观性的未来形象，也不是完全没有的。当然这种场合下的未来形象的内容是含混的，有一半是主观的。但是同时又不可否定有时候还会形成某种创造性的预见。

通过以上过程，形成了经过初步归纳创造性预见的信息块。具有外界现实社会高度发展的部分信息，有时会一起涌来。并且，这种场合，在外部有信息源的信息中，也会出现反映上述创造性预见信息过程的内容。也就是说，从外部涌来的部分信息起着已经插在钥匙孔里的钥匙的作用。这时候以前谈过的含混的预见信息块，以已经带有一半可靠性的形式，向着明确地提出问题的方向发展。

在上述论文中，这种问题的提出以及潜在问题明显化的特殊信息处理方法，我们称之为创造性的直观活动。从信息理论上讲，它意味着将数码式的数字信息引进模拟信息块中，并通过这种引进一下子使全体结构结合在一起。也就是说，外来信息及零碎经验突然闯入不同人的头脑以前具有的预感（新设想）中，瞬间使原来的预感具有信心和现实感。用比喻的说法就是见一黄叶而知天下之秋。也就会出现包括某种飞跃的判断活动。这种瞬间出现的充满信心的信息处理活动的成立不是别的，就是我们所说的“创造性直观”。简而言之，上述思考过程的成立也就意味着第1过程的问题提出。

这样，为了达到未来预测第1阶段——提出问题，就会出现上述信息处理活动领域中的一种结晶化现象。所以与这种未来预测有关的信息处理作业的内容，在瞬间与头脑中闪现的印象一起出现。

通过以上论述，创造活动所具有的第1过程的概要也就明确了。如果这样，那么再就开发研究者们应该怎样对待这一问题，需要做些什么样的准备，补充几点意见。当然第一要认

真系统地对待目前的现实的技术问题。如果能专心致志地认真对待，就会逐渐搞清现有技术的不合理及结构上的矛盾。简而言之，有问题之处和问题的内容就会模糊地浮现出来。

第2，与第1种对待方法大致具有同等程度的重要性，就是对现状要有一种永不松懈的热情。这种热情要经常与追求脱离现状再超越现状的理想主义相连（创造的浪漫主义涵养）。

第3，平时要养成自由利用各种不同思考材料及各种看法（观点）的想象力和空想力。本来能够很好地对待超越以前经验范围的思考工作，大体上可以说是在想像力或空想力的磨炼中，无意识地培养出来的。

最后谈一下包括以上信息处理过程的最重要的问题，那就是要有经常以敏锐的感觉观察细小问题的习惯。前面谈过的含混的预感（新构思）中，能够突然增加信心的问题，实际上也正是隐藏在眼前细小问题中的很多零碎信息中的一个。所以见落叶簌簌时，只心不在焉地看着落叶，这种人的头脑中，肯定不会出现上述的创造性的直观。

表1—2 问题解决过程的概观

第1阶段（构思阶段）	第2阶段（完成阶段）
构思的契机 ↓ 构思的成立	构思的展开 ↓ 确立技术
离开专业的广阔视野为主 (定性的)	已有的专业知识和具体化的体制为主 (定量的)

表1—2明确地示出了第2过程的全貌和其相互之间的关系。

只要以上的第一过程真正能够提出创造的目标，按道理预先是不知其解决方法或解决顺序的。所以要利用自己新的能力，找出解决新问题的顺序和方法。这里首先要找出解决那个问题的线索或根据。这就叫做创造活动中的获得新主意。如表1—2所示的第一阶段。

如果有确立上述解决问题的第一阶段，那么奋斗的最终目标，在被这一新主意引导的同时，只要构成满足实际技术诸条件的形态即可。这种提法适用于上表中的第二阶段。

总而言之，在创造性解决问题的过程中，含混地考虑上述两阶段的内容，是大不恰当的。即在上述的第1阶段，扩大每位技术开发人员专业知识范围具有决定性的意义。所以一直停留在自己有兴趣的狭窄的专业框框内的人们，在第1阶段几乎都无所做为。例如十几年前出现的浮法平板玻璃的制造方法，并不是精通玻璃成分的专家提出的，而是负责磨板玻璃工程的机械技术员想出来的。而且这种主意的获得，与研磨工程也没有直接的联系，只凭日常生活经验中转换再构成的能力。

如果用实例去证实这些事实，将不胜枚举。也就是说，一切技术开发工作过程中的好主意的成立，原则上都以当事者离开自己专业技术范围的广度为前提，其详细内容以后再谈。在该阶段中，必要宽度范围的信息，只大体上掌握其基本原理即可，不需要很强的专业知识，更确切地说，最好是去掉每个细节的专门信息，而保留具有决定意义的结构方面的知识。