

戰后日本的技术革新

中国科学技术情报研究所

一九七七年十二月

目 录

(一) 日本技术革新特点·····	(1)
(二) 日本技术革新的发展过程·····	(2)
(三) 日本技术革新的条件·····	(12)
(四) 日本技术革新存在的问题·····	(16)

第二次世界大战结束时，日本工业生产急剧下降（不到1936年的30%），农业生产不敷维持生计，经济面临全面崩溃。经过十五至廿年的时间，日本经济甦而复生，以平均每年增长百分之十几的高速度，连连超过西欧国家，迅速成长为仅次于美国、苏联的世界经济大国。

战后日本经济的高速增长，美援、战争刺激（侵朝、侵越），起了促进作用。但主要应归因于大搞技术革新的结果。据日本人估计，技术革新在发展日本经济中的贡献约达60—70%，而工业产量的增长中，技术革新的贡献达40%以上，化学工业、运输机械工业产量增长中，技术革新的效果更远远超过资金与劳力的作用。

日本技术革新的特点

战后技术革新首先从美国兴起。从基础科研成果或发明，经过应用研究、研制，最后实现工业化，这就是美国技术革新的方式。西欧国家（如英、法、西德），基本上也是走的这条路，但同时也引进美国的新技术实现工业化，以补本国研究研制力量之不足。

日本的技术革新属于第三种形式，即完全依靠引进国外技术，加以消化改进后，实现工业国产化。这就省掉了从基础研究到研制的全过程，节约了研究资金，赢得了赶超时间，迅速提高了工业技术水平，增强了国际经济竞争能力。

日本技术革新的另一个特点是战后新兴工业技术（电子，石油化工等）的革新与传统基础工业技术（钢铁、机械、动力）的革新同时并举。日本人称之为“双重技术革新”，认为这是日本经济高速增长的重要原因。因为技术革新在新老工业部门同时进行，相互促进，一

齐开花，省掉了由老技术逐步向新技术过渡的时间及资金上的浪费。

日本技术革新的第三个特点是政府根据国民经济发展的要求，指导技术革新的进展，并在资金、劳力、措施等方面予以促进。政府鼓励所有行业引进技术，并把追求新设备的大型化，取得规模效益（指工厂规模越大，建设及生产成本越低），作为相互竞争的重要手段，从而使日本主要工业的设备大型化程度居世界之首，大大提高了劳动生产率，增强了国际市场的竞争能力。

日本技术革新的发展过程

战后日本技术革新，从经济恢复到基础工业的扩充、新兴工业的出现，一直到工业技术水平基本接近世界先进水平，一共花了十五到二十年工夫。到1970年，基本填补了战败时落后于世界水平三十年的技术差距。其间，大体上可分为四个时期。（一）战后经济恢复期（1946—1955），（二）经济成长期（1956—1961），（三）贸易自由化期（1962—1966），（四）高度成长期（1967—1970）。

1. 战后恢复期（1946—1955）

这一时期是依靠美国技术援助及战前技术积累、恢复工业生产、开发利用本国资源的阶段。战败初期，当务之急是迅速修复战争中受破坏的设备，恢复极端匮乏的基本物资生产，基本上没有引进新技术和新设备。1946年，政府抛出“倾斜生产方式”，重点发展煤炭、钢铁、电力、化肥等基础工业。首先在煤炭业投资，用增产的煤重点投入钢铁部门，进而推动整个工业生产的恢复。1947年，煤炭增产二成，整个工业增长四成，钢铁及电力生产能力恢复到战前水平。

侵朝战争爆发后，美国为了把日本作为一般武器的兵工厂，以

“特需”名义向日本大量订购军用物资。特需物资总额，每年平均达五亿美元上下，占日本国民收入的3.7%。这笔外汇为工业部门引进新技术，提供了资金。

为了保护国内工业的成长，政府除根据“外贸法”“外资法”，以最有利条件，引进最急需的技术外，1952年又公布“企业合理化促进法”，通过发放补助金、出借国有机械、减免资产税等，鼓励企业输入新机械设备。钢铁、电力、造船、化肥等工业相继制定三至五年的合理化计划，引进外国技术或设备。

战后复兴期的技术革新，特点之一是首先重点引进钢铁及电力的新技术。引进技术提高了钢的质量，为机械工业的发展提供了基础。大规模的电力开发，刺激了重型电机业、建筑机械业进一步引进技术以实现国产化。其二，引进的多为欧美战时已投产的老技术，而当时最新的技术正开始工业化，因而以后又不得不继续引进。

钢铁 1951至1955年执行第一次合理化计划，重点引进轧钢技术。新建带钢轧机十一台，其中包括轧制速度达每分钟4500呎的薄板轧机和供焊接法造大型船用的宽幅厚钢板的热轧机。1953年钢产量628万吨，超过战前最高水平。日产一千吨的高炉，由于采用新机械及改变劳动方法与组织，炉前工由15名减为12名，每班出铁从一次半提高至两次。

电力 1951年大力开发电源，采取“水主火从”原则，引进大型建筑机械，大量兴建以拱型坝为主的大型水电站。其中1953年动工、三年完成的佐久间水坝完全采用引进机械（如1—2立米以上的铲土机、大型压路机、刨土机、卸土卡车以及各种建坝专用机），使筑坝工程起了划时代的变化。大型水电站的建设，促进了发电容量和自动化程度的增大。1953年丸山水电站的发电机，容量为7万2500千伏安、1955-

年佐久间水电站的发电机增为9万3千千伏安，并普遍实现遥控。

1952年建成三万五千瓩汽轮机，开创了日本火力发电技术的新水平。与此同时，欧美已完成四万五千千瓦汽轮机。为了追赶美国及西德的火电技术水平，各企业大力引进重型电机技术，重型电机工业的迅速发展，为以后家用电器的普及，准备了充分的条件。

化工 为了克服粮食危机，重点发展化肥并建立合成纤维、合成化工等新工业，以增强出口能力。1949年硫酸恢复到战前水平，接着引进尿素等新化肥技术。合成纤维业与化肥一样，主要发展利用本国碳化钙资源（石灰石、煤、水电）的技术。1949年政府确定研制尼龙及维尼纶，分别由“东洋人造丝”及“仓敷人造丝”两家公司负责。前者独立研制成尼龙，但因美国杜邦公司提出侵犯专利权的申诉，不得不购买其专利，不久即用此生产衣料，跃居日本化纤业首位。后者全力以赴，独立研制维尼纶，直至1954年才研制成功，作为世界有名的技术向国外出口。

造船 朝鲜战争中，海运量增大，航船不足，刺激了日本造船业恢复发展。每年新造船量，1950年度由以前20—30万吨增至36万吨，1953年达66万吨，恢复战前最高水平。技术方面，采用分段建造方式及电焊法，增加使用柴油发动机。分段方式使造船时间大为缩短，造船成本下降15%。

2. 经济成长期（1955—1961）

这一时期开始全面引进新技术，规模远远超过上一阶段。目标是提高重工业、化学工业在产业结构中的比重，实现重工业化。能源及原料开始由煤转换为石油，煤炭业及北九州工业区的地位下降，同时促进了油船、船台、港湾的建设。钢铁、电力部门的技术革新进一步扩大。重型电机、卡车、机床、产业机械等机械工业开始成长，汽

车、家用电器、石油化工、合成纤维等新兴工业正式形成。

技术革新的投资主要依靠前一阶段缝纫机、照相机、钟表、望远镜等轻型机件增加出口的积累。日本轻机械厂商多为中小企业，力量分散，劳动生产率低。为了提高生产率，政府成立“生产性本部”，引进美国的管理技术，开展对新技术、新机械的最佳管理方式的普及教育。主要内容有生产自动化、质量管理、热管理、产业训练、成本控制、市场研究等。

1956年，提高生产率运动取得了成效。以中小企业为主的轻机械业，由于采取了专业化生产及最后总装配的方式，提高了质量，降低了成本，并成长为输出产业。据1961年劳动省调查，由于采用新设备，十四个行业的单位必要劳动时间比1955年减少40%。

新兴工业的技术进步 朝鲜战争开始，日本汽车工业在美国扶持下重建，1952年与美国企业进行技术合作，开始生产小轿车。日本小轿车使用与卡车相互通用的部件，因而价格远比欧美低廉。1958年日本的汽车技术已接近西方水平。“日产”公司设置的移动式挤压作业线，水平超过西欧，仅次于美国的三大汽车企业。轿车生产中还采用车身模精铸法、铝压模以及各种专用机械，生产水平迅速提高，平均年产量每年递增5万辆，1962年年产量达三十万辆。

家用电器业的发展速度远远超过其他行业。1953年日本使用的家庭电器，犹如凤毛麟角，到1955—1960年，洗衣机、电视、冰箱迅速普及。由于这一时期引进了半导体技术，提高了矽钢板质量，采用了传送带，从而为各种电器的大量生产、降低成本以及迅速普及，准备了条件。

1955年通产省提出石油化学工业培育政策，实行原料由煤向石油的转换，分两期引进技术。第一期以石蜡分解技术为中心，研制各种乙烯产品。1957年至1960年建成四个乙烯生产中心。同时为综合利用

石蜡馏份，将化工与炼油、火电企业组成联合企业并重点发展聚氯乙烯、聚苯乙烯等高分子化学产品。由于这些树脂经济合算，用途广泛，新兴工业部门均大量用作建筑及机械材料。

基础工业的技术进步 在美国研制成功大容量火力发电机以及水力资源开发已达饱和的情况下，日本的电力开始向“火主水从”方向转换。依靠引进技术，1959年发电机平均容量一跃三倍，（达十七万五千瓩），1960年，增为廿六万五千瓩。发电机容量的大型化，节约了建设成本，提高了热效率。横须贺电站比千叶电站的建设费每瓩降低二万日元，每度电耗煤量由0.7吨降为0.45吨。这一时期，由于专烧价廉的重油，发电成本大幅下降。

钢铁工业执行第二次合理化计划，引进大型高炉技术、改进氧气转炉、实行轧钢自动化、兴建临海钢铁联合企业。高炉最大容量达1500立米，焦比降低20%，生产率增长86%。氧气转炉于1957年由八幡制铁厂在全世界首先工业化。轧钢部门建成一公里长的自动线，加工速度每分钟七百米。新设热轧机六台，连前总计八台，成为仅次于美国的世界第二名热轧机保有国。

3. 贸易自由化期（1962—1966）

1962年起，日本经济出现劳力不足、设备过剩现象。产业结构继续向重化工方向转换，钢铁、机械等重工业的设备投资达到峰值后，徘徊不前。但其他工业以及运输通信业、商业仍大量引进新技术、新机械，以提高国际市场竞争能力，因而设备投资总额仍持续上升。从1950年根据“外资法”引进技术以来，到本期末共引进4181件，其中1962—66年引进2465件，占半数以上。

这个时期的技术进步有三个特点。（一）生产规模大型化。制氮设备由日产一百吨扩大为五百吨；超临界汽轮发电机增至37.5万瓩，

三十万吨船台建成。(二)大量采用新工艺。钢铁业采用连铸法代替铸锭、均热、开坯作业；聚酯采用直接重合法(三)多种多样的新产品、新材料迅速投产(四)交通运输技术迅速发展。除造船技术已可供出口外，建成东海道新干线及高速公路，并开始自制民航机。

钢铁工业根据1960年—1970年“国民收入增加一倍计划”执行以1970年产钢4800万吨为目标的第三次合理化计划。相继建成年产量500万吨以上的世界第一流工厂：“日本钢管”的福山厂、“川崎制铁”的水岛厂。技术引进更为广泛，从原料处理到镀锌作业，全部采用新技术。至此，日本的大钢铁企业已进入世界先进行列。1963年末，氧气转炉能力超过美国居世界首位，热、冷轧机拥有量(1966年分别为15台、11台)均居世界第二位。1967年高炉容积2618立米，超过当时世界最大的苏联日丹诺夫厂的2315立米高炉。

电力设备进一步加大容量。1967年“东电”姉崎电站的60万千瓦发电机投产。在新炼油厂旁兴建火电站，并与石油化工厂、钢铁厂、煤气厂组成联合企业，形成千叶、堺、水岛等新工业区。

造船业设备投资重点由1962年以前的加强船用发动机，转为扩大船台设备。这一时期，出现三万马力船用柴油机和三十万吨船台。船型向超大型高速方向发展。矿石专用船由1960年度一万七千吨增大为1964年度五万吨，油船由三万八千吨增为九万吨。发动机由汽轮机转换为柴油机。分段焊接法及装备索具方式的改进，节约了钢材，大大缩短了工期。1966年“三菱重工”研制成功将旧船切开后加长加深以增加吨位的新工艺，向挪威出口。同年又研制成功在海上连接船体的新工艺，从此，不用大型船台也可建造大船。

石油化学工业执行以丙烯、乙醛为中心的第二期计划，完成了向石油化学方式的转换。尼龙由于改用新重合法，简化了工序，成本降低

一半。1966年日本的乙烯生产中心共有九所，乙烯设备的单位能力由1956年的二万吨提高到二十万吨。

汽车工业设置了自动传送带，各种车辆的专用厂相继建成，轿车月产量分别达到一万五千至两万辆。生产中使用的机床、压机、焊接机均由大公司自行设计、制造。“本田技研”独创研制成可同时焊接266处的传送带焊机及3300吨塑料射出成型机等专用机械。该公司生产的N-360汽车创世界当时最低价格记录（三十一万三千日元）。

电机工业之中，家用电器的普及率已达国际水平。重型电机因电力开发投资减少，需求量也大幅下降。除通信业以外，使用电机的钢铁、机械业，设备投资也逐渐减退。但由于彩色电视机、电冰箱等领域大量引进技术，电机业的总技术进口额仍有增无减。这一时期，政府大力扶持新兴的计算机工业，组织七家大企业研制生产，并给以财政资金及垄断权。主要从美国国际商业机器公司购买专利及技术窍门进行试制生产。中小型计算机的性能、价格开始能同外国产品抗衡。

在美国技术合作下，开始复兴飞机工业。继1959年成立国营“日本航空机制造会社”后，五家企业联合成立“日本喷气发动机”公司。到1965年末，共生产1522架喷气式飞机、螺旋桨式飞机及直升飞机。其中，双发涡轮螺旋桨中型运输机YS-11号（发动机使用英国罗尔-罗伊斯公司的产品，仅机身为国产），在同类型飞机中，起落距离最短（起飞距离970米），1966年向菲律宾出口。

1961至1963年日本开始制定原子能开发利用长期规划和建立体制。1965年引进英国卡德霍尔改良型动力堆，由英商承包，历时四年，建成第一个原子能发电站—东海发电站。同一期间，引进美国通用电气公司的轻水堆，开始建设功率为32万千瓦的第二座原子能发电站。几家主要电力公司，考虑到二十年后原子能发电成本将降低到与

重油发电相等，纷纷着手计划及动工，准备在1975年以前开工的，达一千万瓩、运行的达500万瓩。

4. 高度成长期（1966—1970）

这一时期日本在重工业、化学工业方面确立了国际竞争能力。随着技术革新的扩展，重、化工化（指重工业及化学工业化）比率，于1970年达到70%，居世界之首。出口总额占世界出口额的72%，在出口产品总额中，重工业及化工产品占72%。

工业产量跃居世界前列。1967—68年前后，小轿车、石油化工超过西欧，居世界第二位。粗钢、电力产量占世界第三位。商船建造量及电视机产量均为世界最高。

大部分行业的生产技术水平已接近欧美水平。技术输出显著增加，技术输出额与技术引进额之比，由1955年1.2%上升为1967年11%。

1967年日本科学技术厅调查，电子显微镜、高炉技术，超过欧美；船用螺旋技术与欧美并驾齐驱；本国研制的压路机、水泵、传送带仍落后于先进国几年；用引进技术制造的火力发电机、同步加速器、锅炉、汽轮机等仍落后三年。

这段时期，由于国际竞争力增强，日本逐步取消关税壁垒，全面实现贸易自由化。但据1966—67年经济企划厅、通产省分别调查、均认为日本的工业中只有30%左右有条件马上实现自由化，其中主要是电力、钢铁、矿业、金属等行业。日本经济团体联合会也提出，七个综合性的战略工业（汽车、电子、炼油、石化、产业机械、电信机械、合成纤维）仍不具备自由化的条件。因此到了七十年代，日本的技术革新仍不得不主要靠引进技术，以加强国际竞争能力，尽管各界人士大力鼓吹加强独立研制求得技术上的自主，但仍难摆脱战后廿年来倚

赖外国技术的状态。

钢铁： 1970年日本钢铁技术水平与欧美毫无逊色。产量居资本主义世界第二位，同美国的差距愈来愈小。七十年代初资本主义世界最大的十个高炉中，日本占九个。日本以高炉作业全套技术与美国交换80吋热轧机技术。氧气转炉技术经引进改良后向欧洲反输出。“八幡制铁”输出转炉技术所得的代价足以抵偿1966年以来引进技术的全部费用，日本人认为，这是日本钢铁业成立以来的划时代事件。1970年日本拥有77座转炉，居世界首位，超过美国（70座），总能力及转炉炼钢的比重（79.1%）也超过其他各国。轧钢技术已居世界前列。1970年日本有热轧机19台，总产量四千万吨，仅次于美国（45台，8²00万吨）。钢板表面铬处理技术，达世界最高水平，并向国外出口。

造船 六十年代后半期，日本造船量占世界造船总量之半。1968年日本造船进入三十万吨级时代，并完成五十万吨级油船设计。1967年商船上开始使用计算机，实现轮机、航海全系统自动化。1969年日本制成250艘自动化船，占资本主义国家这类船总数的1/4。造船过程也开始采用计算机照图纸切割的数控方式。各种新型船舶如液化天然气船、集装箱船均在这一时期建成，日本造的四万八千吨集装箱船为世界最大。

机床制造 六十年代末迅速赶上许多资本主义国家，仅次于美国西德。几乎各种金属切削机床均能生产，仅进口某些专用机床。研制成功高速机床、多位和多程序机床。这一时期开始生产数控机床，1965—1970年产量由39台增至1369台。其中螺旋桨翼面切削机床是世界最先研制成的专用机床。

化工 日本化工产品产量，1970年居世界第二位，比西德多三分之一，等于英、法的总和。战后日本化学工业的结构，向有机化学方向发展

展，其比例由1950年的33%增至75%，石油化工产品1968年占日本有机化学产品的77%。这一时期，在引进专利的基础上实现乙烯、聚乙烯、苯乙烯、丙烯、聚丙烯、苯、苯乙烯丁间二烯橡胶的生产。日本还在改良引进技术的基础上，研制成世界第一流的技术，如聚乙烯、乙烯二醇、丁二烯、氯乙烯、氧化丙烯、丙烯二醇等。

动力技术 发电量在资本主义世界仅次于美国。水力发电机组达到世界水平，向美国、加拿大出口。筑坝水平属世界一流，世界最大拱形坝之一在日本，高186米。火力发电比重由1951年的37%上升为80%左右。由于改进了重油燃烧技术，日本蒸气锅炉效率由1951年的19%提高到36%（意大利35%、西德、法国34%、美国33%）。日本火电站已使用功率高达45万瓩的四汽缸汽轮机。

这一时期，日本共完成两个核电站（1966年建成16.6万瓩，1970年建成35.7万瓩），总功率仍落后于欧美。而且反应堆技术、核燃料等主要靠美国供应，国内仅担任制造发电机及附属设备。这一时期，还开始建造功率10万瓩试验性增殖反应堆及16.5万瓩重水试验堆，但由于技术条件限制，困难重重。

自动化技术 日本计算机的引进及生产比西欧晚几年，1957年输入样机，1960年试制。在政府扶持下，计算机生产额于1965年超过输入额，1966年生产11万台，超过英、法，次于西德，输入比率降为29%。1970年日本计算机设置台数由1960年的37台，剧增为6718台。但其中大型的仅占10%，主要为中小型计算机。装备的计算机总值、每百万人拥有台数以及其占国民经济总值的比率，均低于美国、西德，而超过英、法。在技术水平方面，日本计算机的存贮周期均在2微秒以下，不次于IBM-360。硬件除大型机外，中小型机已达世界先进水平。软件仍有很大差距。时分方式以及各类机种之间硬软件互换性及

综合性能，差距仍大，短期内难以填补。

(三) 日本技术革新的条件

战后日本技术革新之所以突飞猛进，除了全世界技术革命兴起以及经济社会需求旺盛等一般条件外，主要是由于有明确的战略目标、有效的技术决策、雄厚的人力基础和大量的设备投资。

明确的战略目标

日本技术革新有一个明确的战略目标，就是使经济结构现代化。技术革新推动生产发展，使经济结构发生变化，不断向现代化前进，即提高生产率高、附加价值高（新生产的价值）的成长快的行业的比重，降低生产率及附加价值较低的成长慢的行业。但反过来，经济结构的现代化又不断刺激与推动技术革新的进程。

日本根据不同时期发展经济的需要，制定了改变经济结构，不断使之高级化、现代化的方针，并据此有意识地在某些企业和产业开展技术革新，由此促进与之相关的其他企业、产业全面实现技术革新。早在1953年通商产业省就成立“产业构造调查委员会”和“产业构造审议会”，提出不断改变经济结构以求最大限度地提高国内资源效率、就业效率、贸易效率和生产效率。历时廿年，这一基本政策始终不变。

战后初期，首先提高二次产业（工矿业）的比重，使之超过一次产业（农、林、牧、渔业）的比重。随之，提高重工业、化学工业（金属、机械、化学）的比重以超过轻工业（纤维业等）的比重。1964年开始，日本即开始执行以重工业、化学工业为重点的产业结构政策，以“倾斜生产方式”，大抓煤、钢、化肥。1950—1955年，重点开展钢铁、电力、造船部门的技术革新，从而使重、化工化的比率达到

50.7%。1956年—1957年，重型电机、卡车、机床、产业机械等部门开始成长，1957年以后，由于生产资料部门迅速发展，消费水平随之上升，从而刺激了小轿车、家用电器、石油化学、塑料、合成纤维等新兴工业的出现。1965年，重、化工化比率上升为65.3%，1970年又升为70%，超过欧美，成为全世界重、化工化比率最高的国家。七十年代以来，又不断发展飞机、原子能、计算机等技术密集的工业，为提高第三次产业（交通运输、商业、服务业）的比重，准备条件。

随着重、化工化的实现，日本在国际市场上的输出竞争能力不断加强，输出结构中，重、化工产品输出额的比重，连年上升，由1955年的38%增为1970年的72%。在资本主义世界仅次于美国和西德。输出结构的改变，增加了外汇储备，反过来又促进了技术革新和重、化工化的发展。

有效的技术决策

资本主义世界把日本政府称作日本株式会社，这形象地说明日本政府乃是企业界的总部，政府官员就是企业的代理人。政府负责制定经济技术政策，拟订长远规划并作出重要投资决策。对企业内部事务并不直接干预，仅通过各个部及有关机构进行协调监督。

主管经济、技术工作的各个部，一般都拥有广泛的权力，竞争能力强，行政效率高。特别是统管工业、外贸、内贸的通产省，工作效率之高、管理范围之广、深入企业事务之细，更是典型。一个访问过该省的英国人说：“该省工业人员仅一万二千人，却管理着相当于英国国民生产总值的经济，如果英国要设一个主管全国的工商部，人员起码要增加到四倍。”

欧美是在具备资本、技术、市场三个条件的情况下，进行工业现代化的。而日本在战后初期，三个条件都很差，只有充分运用第四个

条件——政策，来补其不足。通产省在制定政策时，善于选择每一时期应抓的工业技术重点。比如，战后全力以赴抓造船，因为日本是个资源及市场均须依靠海外的海洋国，没有自己的船舶，势必造成各个企业争购外轮的局面，既浪费资金又永远受制于人。后来为了解决大量非技术劳力的就业问题，又大抓劳力比较密集的光学及电子工业。

实现日本技术革新的关键——技术引进工作，也主要由通产省负责，从制定法令措施直到具体审查、谈判，无不一一涉及。在该省的指导、监督和支持下，企业往往能以较低的代价取得国外的先进技术并迅速投产。别的国家一般由企业自己进行的工作，通商省也都承担下来，例如，由附设的“日本贸易振兴会”，负责调查世界各国管理经济及工业技术的情报，具体指导企业活动。该省工业技术院制定“日本工业标准”，在企业内强制普及质量管理，从而使日本产品的质量不断提高，出口能力日益增强。例如日本照相机在抓质量后，在国际市场享有质高价廉的声誉。

雄厚的人力基础

日本战败时，生产能力损失殆尽，本国资源又极端匮乏，尽管有美国的经济、技术援助，如果没有一批文化、技能较高的劳动力及科技人员是不可能迅速吸收消化国外先进技术，从而取得经济的飞速增长的。许多战后访问过日本的知名人士，都认为日本“经济奇迹”的根本原因在于教育水平高。

早在明治维新时，日本就实行四年义务教育制，到1868年扫除了文盲，1907年小学入学率高达97%，为当时世界最高水平。为培养科技人才，用重金聘请大量外国教师并派大批学生去欧美留学。1870年代中期，雇用的外国学者达5千人，每年支付的工薪即达国家教育预算的4%。战后五十年代，参照美国经验，进一步改革学制，充实教

学内容。拨出国民生产总值的6%（英国为5%），作为教育经费，义务教育延长为九年。到1970年，初中入学率达82%，高中入学率达17%。35%的高中毕业生进入大学，二十四岁以下人口每一千人中，大学生人数为3.4人，高于西欧，次于美国（9.4人）。产业工人平均教育水平达中学毕业程度，劳动技能水平居世界前列。战后历年参加国际奥林匹克技能比赛，取得金牌数为世界之冠。在富国强兵的口号下，学校教育一直重视数理化。高中学生的数理水平高于美国，用数学方法对问题进行统计研究的风气十分兴盛。日本技术人员特别擅长对外国的构想加以改变后，搞出产品，善于迅速发现外国优秀产品并在短期内加工成具有日本特色的产品，而且性能更好。掌管技术管理的政府官员多半是有才能的大学生，数学根基好，善于归纳问题，解决问题。有了这样一支产业工人、技术人员和管理人员的队伍，日本的工业水平才可能这样快地提高。

大量的设备投资

技术革新之花需要资金的培育，才能结成经济之果。资金来源除战后初期美国经济援助外，主要靠压低劳动人民的工资和生活水平，鼓励储蓄，增加积累以及倾销产品，换取外汇。通过储蓄，把国民潜在消费力扣下三分之一作为积累。日本的资本形成占国民生产总值的40%，高于其他工业先进国家（20%）。为了鼓励企业进行设备投资，政府通过日本开发银行向企业界提供85%的资金。不少企业的资金中，政府贷款往往高达70%。个别的如出光石油公司，贷款与股金之比甚至高达11:1。这种情况在欧美认为是十分危险而难以想像的。但由于政府大力支持，企业只要牟利超过债息就可以得到财政拨款，并在投资方向上得到指导。为此，企业同行之间，为了加强竞争力，往往不考虑利润率高高低，争相引进技术，大搞设备投资以更新生产设