

序章 “机器人热” 风靡日本列岛

一、机器人事业永远兴旺发达

(1) 机器人展览会倍受欢迎

最近的机器人热已经发展到了出乎意料的程度，在各种展览会、文娱演出会和庆祝新年的书法表演大会上，凡是有机器人参加的节目都非常受欢迎。在这些场合，为了吸引观众，经常让机器人出来表演节目，而且总是很吸引人。

即使在利用机器人招揽顾客问题上有很大争论的东京或大阪等大城市的百货公司，也都开展出机器人。它们打着“未来的伙伴、大型机器人博览会”或“科学时代的科学陈列馆”等招牌，利用机器人展开了“机器人展览的攻势”。

如果节假日您带着孩子到公园去玩，乘坐旋转木马或快速滑行车等各种游戏时，一定要花很多钱，可是如果到机器人展览会去参观，花上几百日元就可以玩得很痛快。另外，到了这样的展览会，还可以通过观察与接触增加对机器人的亲切感，与此同时也可吸收科学技术的精华，激发对美好未来的构思能力。通过这样有意义的活动，如果能让对孩子对科学或数学等发生兴趣，可以说能收到一箭双雕的效果。

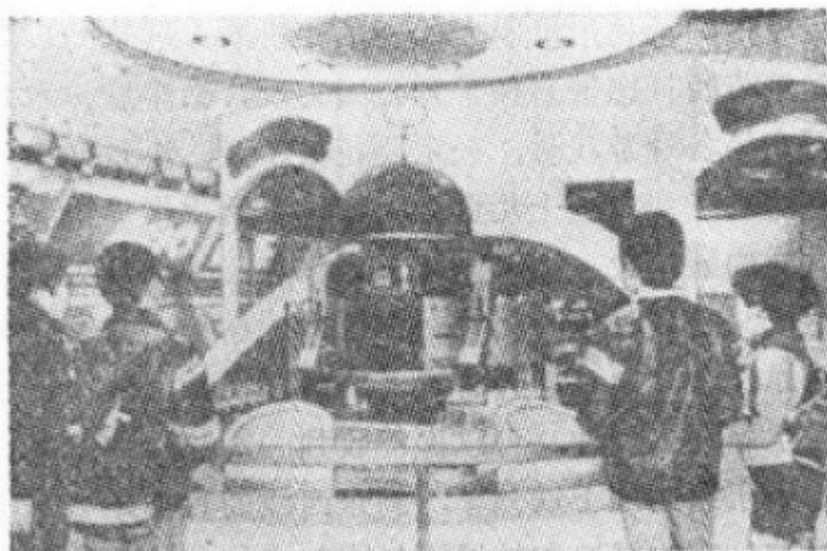
乘坐东京的地下铁列车，到东西线的竹桥站下车，就可以看到被皇宫的绿地和护城河包围起来的一片坡地，走上这块坡地便看到了科学技术馆坐落在景色优美的环境之中。每

年秋季都要在这个馆举办“全国机器人大会”。

例如一九八二年的机器人大会，就在会场入口处展出了具有埃及人面狮身象的大型“气动机器人”。它吸引了很多小孩子并以人的语言让孩子们猜谜语。如果回答对了，它就开口说：“解答正确”，同时眼睛闪闪发光地看着与它对话的人。所以孩子们非常喜欢它。

另外，在这个会场除了展出引起海外人士注目的工业机器人之外，还展出并表演了各种各样引人入胜的机器人。例如学习机器人以及类似蛇、蜈蚣和蜘蛛等生物机器人，还有走在时代最前列的智能机器人等等，其中有些机器人还表演了在幼儿园照顾孩子，以及绘画等各种活动。

最近，在这座科学技术馆的一个大厅里经常陈列着机器人，因此建议想了解“机器人世界”的人，不妨带着孩子去看看。



机器人展览总是热闹非凡
(照片为一九八二年秋季的“全国机器人大会”)

(2) “小鼯鼠机器人比赛大会”盛况空前

在机器人大会里，最吸引观众的是“小鼯鼠机器人比赛会”。

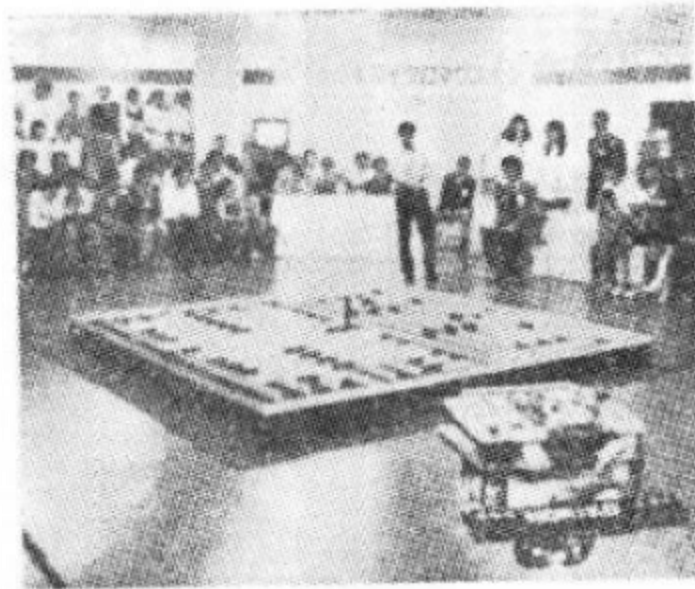
这种比赛会是在用墙隔开的大约有四块半日本榻榻米那样大的迷宫场地上，迎接机器人的挑战。比赛的目标是让小鼯鼠机器人从入口处跑到目的地，看哪个机器人先到和用的时间最短。这些小型机器人第一次出发是探索迷宫的途径，记住迷宫的地形，并自行计算达到目的地应该走哪条路线速度最快，记住计算结果之后，再第二次从入口处出发奔向目的地。

这种机器人看起来好象很简单，但是它在现有的机器人技术中，无论怎么说也是水平最高的。

这种机器人的比赛，成年人看来大概会认为与无线电遥控车在迷途中行驶时的情形差不多，因为这种车有时向右走，也有时转弯抹角走来走去，最后才能到达目的地。但是，无线电遥控车是由人通过电波进行远距离控制的，到底应该朝着哪个方向行驶是由人进行判断，并发出无线电指令使其通过最短路线达到目标的，而小鼯鼠机器人则是由它自己进行这种判断并选择最佳路线达到目标的，也就是说它已经脱离了人的控制而成为“自立型”机器人了。这是一种智能机器人。

(3) 机器人热的领域非常广阔

最近的机器人热，不仅表现在上述一些展览会上，而且还通过“铜锣卫门”之类的漫画以及象电视动画片“星球大战”(starwars)那样的电视节目吸引了许多观众。另外，就连反映社会状况的电视剧，也经常把机器人或机器人时代的



机器人时代的游戏 小鼯鼠机器人的比赛（第三次全日本小鼯鼠机器人大会及其优胜机）
（日本小鼯鼠机器人协会提供的照片）。

故事作为主题。

进一步说，过去关心机器人制造问题的，虽然只有机器人制造厂或大学等科研机构的研究人员，现在情况就不同了，甚至在孩子们中间也流行着仿制机器人的活动。这当然不可能有多大收获，可是孩子们的这种精神和新的设想，就连一流的科学家也称赞不已。

现在的情况是，人们不仅要观看和使用机器人，还想作为一种乐趣自己来制造机器人。这似乎预示着“爱好机器人的时代”即将到来，机器人热也将进入一个新阶段。

（4）一九八五年举办的国际科学技术博览会将展示未来社会的缩影

说起机器人热，我们可以设想一九八五年举办的“国际

科学技术博览会”。在这个博览会上将展现出未来二十一世纪的科学技术社会的缩影，以及机器人完全渗透到这种社会生活之中的情景。

这个博览会将以“人类居住环境和科学技术”为基本内容，展出最先进的科学技术成就。它是继大阪国际博览会和冲绳海洋博览会之后，在日本举办的第三次国际博览会，预定的展出期约一百八十天，从一九八五年三月十七日开始到同年九月十六日结束，会场打算设在茨城县的筑波科学城。

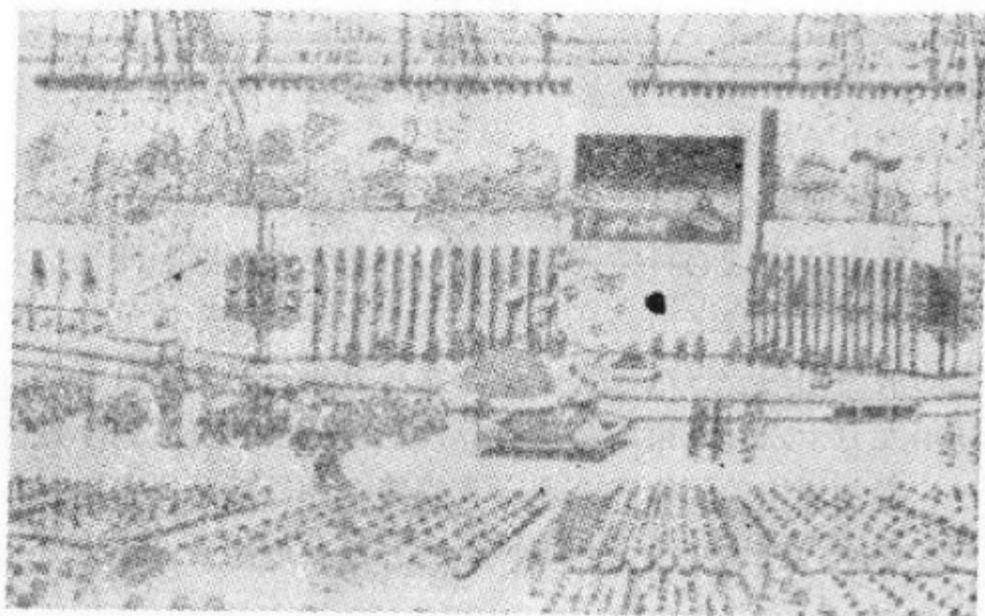
参加展出的团体和企业，直到筹备的最后阶段都对展出内容保密，因而迄今为止该博览会究竟要展出什么东西还不清楚。

尽管如此，日产汽车公司等芙蓉集团五十八家企业还是抢先以“机器人幻想者二〇一”为题，透露了展出构思蓝图。因此，可以设想这次展出将以电子产品为主，特别是将有大量的机器人与观众见面。

芙蓉集团打算展出的产品，将是能自己考虑问题、进行活动且具有种种特点的自立型机器人。这种机器人将作为人的奇异伙伴，通过展览加深与人的联系和进行有趣的交往，并且具体体现出科学技术的进步不仅在物质方面，而且也在精神方面给人们带来很多好处。

在机器人的制造方面，芙蓉集团虽然正在全力以赴；但在检查调试方面，东京工业大学教授森政弘（机器人工程学的权威）也做了许多努力。另外，机器人的设计工作是由现代著名科学家德国人雷基·柯拉尼担任的。

东京工业大学教授梅谷先生以极大的热情鼓励机器人制造者说：“我特别期待实现的机器人，就是能在舞台上与观



一九八五年举办的国际科学技术博览会展示出机器人社会的前景

(国际科学技术博览会协会提供的照片)

众对话，当顾客提出问题时，机器人能马上作出回答……。”

二、从大企业到街道工厂 深受欢迎的机器人

(1) 企业复兴的“王牌”

这样风靡日本列岛的机器人热，不仅表现在盛大的展览会上，而且从街道工厂乃至大企业的有关人员也对机器人表示浓厚的兴趣。

“如果在生产线上使用机器人，过去需要二百人才能完成的作业，现在有十个人就够了。机器人是企业合理化的一张王牌。”

“即使连续工作二十四小时，也不会提一点意见，而且也不要提高工资，也不会担心奖金和红利等问题。完全不需要进行繁杂的劳动管理和人事管理，的确非常省事……。”

因此，大型企业正在加速机器人化的步伐。另外，即使是尚未使用机器人的企业，也在拼命地准备使用机器人。它们认为：

“如果使用机器人的工作落后了，就必然会在同行业的竞争中处于不利地位。”

两三年前大量使用机器人的企业，主要是大企业，可是最近则不仅是大企业，就连不到十人的街道工厂或夫妻店铺也都开始使用机器人了。

“使用一台机器人试试看，结果表明四名熟练工人才能完成的工作，由于让机器人去做，只要一名普通工人照管就够了。一台机器人虽然需要一千万日元，但假如使用五年，平均每年只分担二百万日元。这个价钱比雇用一名家庭主妇的临时工资还便宜。”

“以租赁方式使用机器人的特点是，质量稳定，没有交货拖期问题，还可利用机器人的优越性从母公司分到较好的工作。事实上，机器人已经成为领取工作任务的一种手段。”所以，中小企业现在的情况也不同了。与过去以大量生产为目标的机械化完全不同，即使是以多品种小批量生产为特征的中小企业，只要使用机器人，就能马上获得经济效益。从这一点上来说，也是机器人的一个划时期的发展。

这样，对于竞争激烈的企业和苦于熟练工人不足的中小企业来说，由于使用了具有“王牌”效果的机器人，也就增强了它们对机器人的信心。

(2) 工厂里一年就增加了两万台机器人

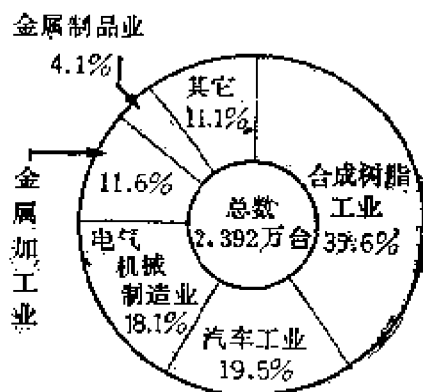
这种机器人热，当然也表现在机器人的产量明显增加上。

高速增长机器人产量图是日本机器人工业协会最近统计的机器人产量历年变化的情况。它表明尽管在不景气的年代，机器人产业仍然取得了飞速发展，这是其它产业不能相比的。

不仅发展速度快，而且每台机器人的功能也在朝着高级型方向发展，同时机器人的平均价格也有下降的趋势。

各厂制造出来的机器人，将由在日本经济中起骨干作用的企业优先采用。

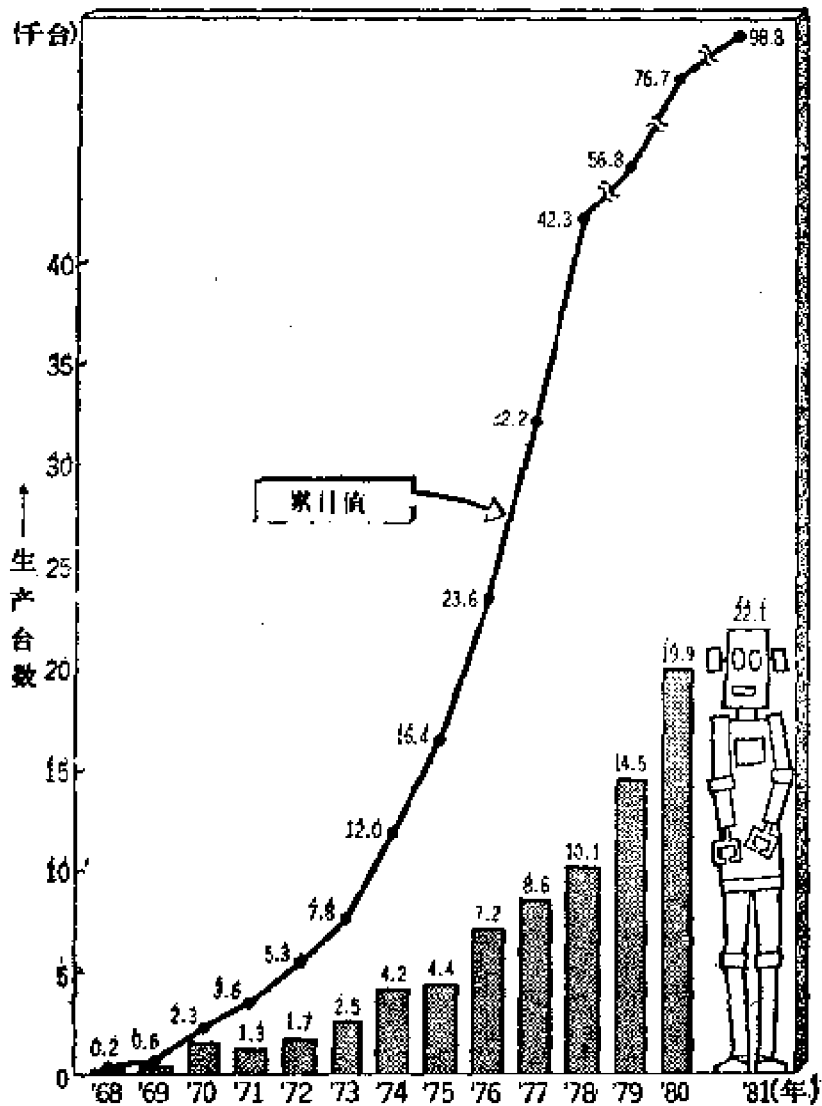
目前很少有制造业以外的企业采用机器人，为制造业生产的机器人分布状态如下图所示，总数为两万零三百九十二台，大致分布在五大行业中：①合成树脂工业；②汽车工业；③电气机械制造业；④金属加工业；⑤金属制品业。



使用机器人的行业

(注) 总数两万零三百九十二台，是为制造业生产的机器人

(《日本工业机器人行业调查》，1981年)



高速增长的机器人产量
 (《日本工业机器人行业调查》，1981年)

大型骨干企业肩负着振兴日本经济的重要责任，因而这些企业非常需要加速发展。仅从这一点来看，也就可以知道机器人的重要性了。

现在的机器人，只是以喷漆、焊接和冲压等加工物品为

中心进行工作的，不久即将进入占工厂作业量百分之七十的装配部门，从事复杂的装配工作。另外，机器人不仅在工厂中从事各项工作，还有街道、农业、林业、水产以及服务部门的许多工作都等待机器人去做。

机器人产业的市场规模，现在虽然与“豆酱或酱油产业”的规模不差上下，每年的销售额只有一千亿日元左右，但是它确实有很大的潜力，预计到一九九〇年将达到一万亿日元。

(3) 不同行业的参加也是机器人产业兴旺发达的“宝库”

机器人产业现在是年轻而又富有魅力的产业，许多企业都引进了机器人，例如在日本国内有电机工业、电子工业、重型机械工业、机床工业、精密机械制造业，以及文具制造业、钢铁工业和装卸机械制造业等各种行业采用了各种型式的机器人，与此同时这些企业还作为机器人制造业提供自己独创的新型机器人活跃在市场上。

象生产笔记用具的老舖海员自来水笔制造厂，在副业中制造的“喷射成形制品自动取出机器人”，其销售额已经超过该企业正规产品销售额。据说该厂还在讨论将来把厂名改为“海员机器人”。这种发展变化是不熟悉情况的人难以想象的。

这种变化的丰富性，有力地支持着日本机器人产业的技术发展，同时也由于大力研制和利用机器人而使日本在世界上起领先作用。

三、引起办公室和家庭发生变化的“第三次浪潮”

(1) 机器人莅临办公室或家庭

机器人的活动范围不仅局限于工厂，即使在办公室里也早就出现了微型计算机、字处理机和传真机这种所谓办公室自动化(OA)的“三种神器”。现在这些机器已经相当普及了，从而导致办公室出现人员多余的现象。

例如，东海银行一九八三年采用短期大学或高级中学毕业的女职员人数，已经比前一年减少了一半左右，其它各银行也都在预定大幅度地减少这类事务人员。

冈村制作所是制造家具和事务机器的大公司，共有两千多名职工，但推行办公室自动化之后，经营管理人员只要五名就够了。象这样的例子在日本全国是不胜枚举的。

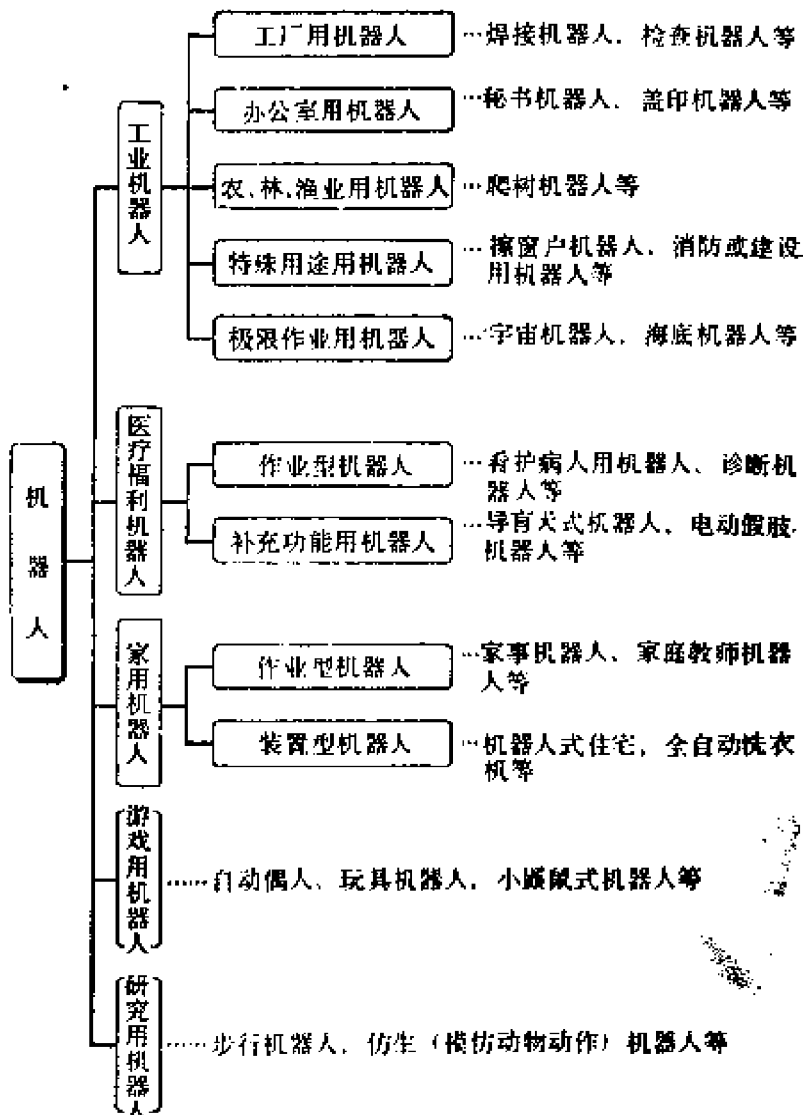
出现这种情况的根本原因是办公室自动化的进展。今后如果出现比事务计算机和字处理机更加先进的办公室自动化机器——“事务处理机器人”或“文件编写机器人”，那么，在办公室留任的就一定是极少数优秀人物。

另外，家庭里已经普遍使用了全自动洗衣机和煤气泄漏自动报警器，可以预见不久的将来就会出现管理一切家务的“家事处理机器人”。

正如《一千零一夜》这部小说中所讲的故事那样，一说“开门”就能自动地把门打开，一下命令什么事就做好了。这样的“伺仆机器人”，已经不是遥远的梦想了。

(2) 二十一世纪的“大飞跃”即将来临

机器人的应用范围



机器人肩负着与十八世纪产业革命相似的伟大变革的使命。可以认为，机器人化已经形成了一股不可抗拒的历史潮流。

机器人的发展由于受到雇用问题和不景气等的影响，即使暂时还不能普及和扩大应用范围，但从长远的观点来看，

已经贮备了雄厚的“实力”，为今后的发展打下了牢固基础。

日本的机器人产业，大约经过了十年努力，到一九八〇年已经开始大发展，现正处于积蓄实力的阶段。因此，“智能机器人”出现在日常生活中的二十一世纪“大飞跃”景象，不久将展示在人们的面前。机器人现在已经改变了人的劳动状况，甚至社会结构和产业结构，它将会把人们带到从根本上改变生活状况的伟大时代。

这种所谓二十一世纪的社会将会变成什么样子？那时人们的劳动和生活又将会怎样？机器人起着决定性的作用。

第一章 幻梦中的机器人已在现实中出现了

一、幻梦中的机器人与人一模一样。 可是现已问世的机器人还只能仿效人的胳膊

据说有个五岁的小男孩，经常担心他自己是不是机器人。尽管他妈妈想方设法解除他的疑虑，但如果不能耐心地讲清道理，使自己的孩子对机器人有真正的理解，他还是不会放心的。

作家井上靖先生以《机器人》为题，把他身边发生的这件事情写在《一月之诗》中，并在报纸上发表（1982年1月24日《日本经济新闻》）了。

这表明尽管用文字说明了人类、人生和生命的意义，但在没有解除这个小孩心灵深处存在的“自己到底是不是机器人”这个疑问时，他还是不断地猜疑的。

（1）机器人到底是什么东西呢？

这个问题的确是适应机器人时代的一个特殊疑问。如果是自己的孩子提出这样的疑问，应该准备什么样的解答方案，才能使他满意呢？

如果是大人，也就不会怀疑自己是不是机器人了。倘若有人问：“你认为机器人是什么东西？”我想会有相当多的

人不知如何回答。

在我们的头脑中，常常保留着从古代小说中看到的人造人、机械人，或在电视与漫画中看到的万能机器人的形象，以及最近在新闻报道中看到的工业机器人的形象，恐怕会有几十种“机器人的形象”重叠在脑海中吧。因此，如何让孩子们正确地理解这些现象，却是一个问题。

另外，孩子们总会有孩子本身所理解的机器人形象，而我们大人当然也会有各自不同的看法。如果连弥补这种差距的说服力也没有的话，即使给孩子讲清多少机器人的道理，也许都无济于事，甚至反而会使孩子的思想发生混乱，或者完全相信梦中的事了。

总之，就连作家井上靖先生都搞不太清楚的问题，要想正确说明很象人的这种机械——机器人，大概是一件很难的事吧！

(2) 起初是漫画或电视动画片中的主人公

我们在儿童时期看到的机器人和现在反映到孩子眼睛里的机器人，都是通过电视画面显现出来的，一直令人倍感亲切。

提起日本机器人一号，大概会使人首先想到漫画中的主人公“铁臂阿童木”，它完全征服了孩子们的心。

一九五一年在《少年》杂志上初次刊载“阿童木大使”的文章，这位阿童木是一个完全裸体的可爱少年，从它的靴子底上和双臂下面喷射气体，以音速二十倍的高速遨游太空。它装有十万马力的原子能发动机，和等于人一千倍的听觉，还带有探照灯式的眼睛和能说六十种语言的发音装置，是一位为人类的幸福和世界和平而与邪恶势力作斗争的正义

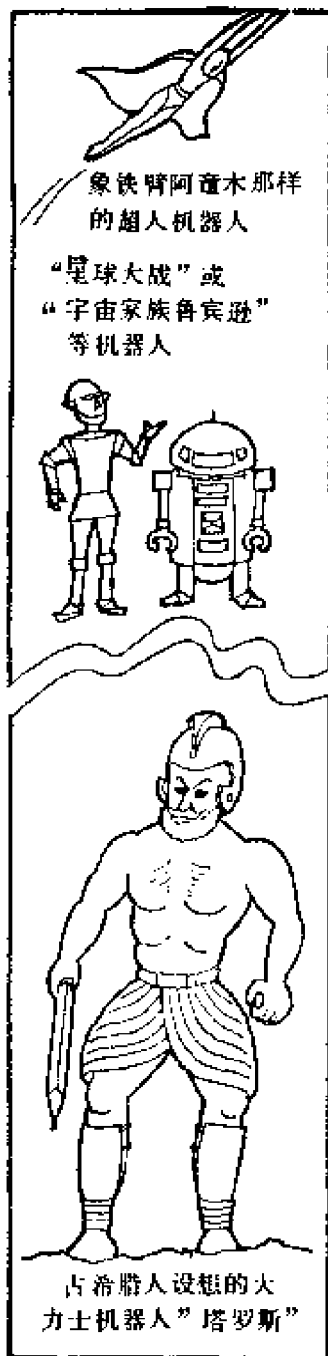
伙伴。

在第二次世界大战中几乎被夷为平地的日本，终于在一九五一年从战争的废墟中站起来了，不久就进入恢复正常秩序的时代。在那时登场的超人“铁臂阿童木”，对于成年人来说，可以说是日本新生的一盏明灯而增加了人们的信心。

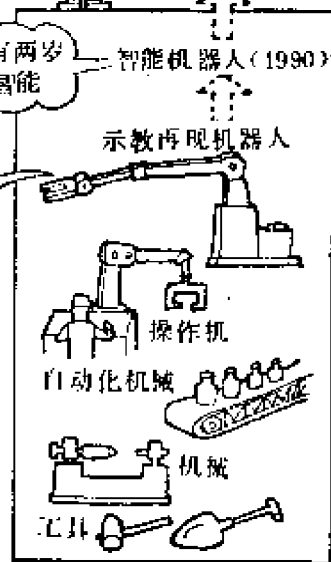
比铁臂阿童木略微晚一点，也是在《少年》杂志上又刊登了横山光辉先生的作品《铁人28号》。这种机器人，也有很多狂热爱好者，同时也是后来的漫画或玩具机器人的雏型。另外，在大约十年之后，又在电视等动画片上改变形象，成为广大群众喜闻乐见的“影像文化”的主人公。

此后，各种各样的机器人相继问世，例如“机器人三等兵”、“机器人男仆”和“会说话的机器人”等等非常幽默的机器人，以及象“机器人009”和“八个人”那种超人的机器人。

特别是最近，在藤子不二夫先生著的《铜锣卫门》和鸟山明先生著的《斯兰普博士》这两本书中出现的“体面人”，在小孩子中间受到普遍的喜爱，而不再局限于电视和漫画的



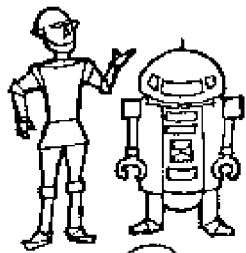
科学幻想小说中的机器人



实际的机器人

象铁臂阿童木那样的超人机器人

“星球大战”或“宇宙家族鲁宾逊”等机器人



超人?



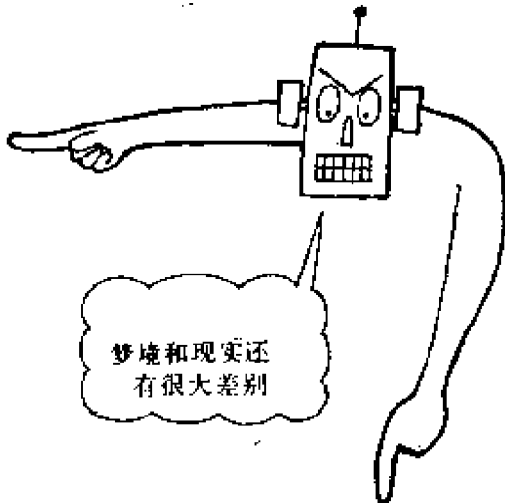
现代人



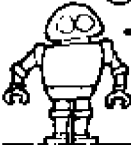
公元前50万年 原人



公元前200万年 猿人 (类似大猩猩) 直立姿势, 会使用工具的原始人



梦境和现实还有很大差别



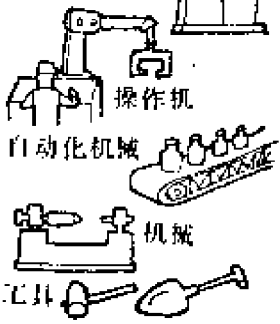
人类的伙伴——机器人

充其量只有两岁半小孩的智能

智能机器人(1990)

如果从工作能力来看相当于三名熟练技工的水平可是……

示教再现机器人



操作机

自动化机械

机械

工具

现实机器人远远不如梦中机器人

一说到机器人，就会有许多人设想它一定和真人一样而且具有超人的能力。可是现实的机器人，充其量只不过达到代替人的胳膊、眼睛、耳朵等感觉器官的程度。特别是现在，很受人们欢迎的工业机器人，也只能称之为“仅有胳膊的机械”。岂止是《铁臂阿童木》或《铁人28号》，就连电影《星球大战》或电视剧《宇宙家族鲁宾逊》也相继问世，可是能为人处理生活琐事的机器人尚未制造出来。

在这种意义下，为了欣赏机器人而特意到展览会去，当提出“你认为什么是机器人”这样的问题时，也许有的孩子会相当冷静地回答说：“大概是一种机械吧！”

但是，如果机器人只是一种简单的机械，那就不会象今天这样掀起“机器人热”。对于机器人来说，的确不能仅仅概括为是一种“机械”，它是能够使从孩子到大人这样广泛阶层的人们达到入迷程度的某种东西。

二、从古希腊开始机器人 就是人类的梦想

自从人类有史以来，人们就在幻想着制造一种能够自动动作的东西或者与人同样的东西。人造人或自动机械就相当于这种东西。如果追溯一下历史，就可以看到令人吃惊的意外事实。

(1) 从神话时代开始机器人就是人类的梦想

在文学世界里，公元前三世纪的希腊神话《南船座探险船》中，就流传着《青铜巨人塔罗斯》(Talos)的有名故事。

将人造翅膀装在身体上飞翔于空中，但因过于接近太阳而引起焊锡熔化，终于坠落到大海里去了。这种传说，即使在希腊神话故事中也是非常有名的。伊卡罗斯的父亲戴达罗斯（Daedalus）是一位杰出的发明家，他为克里特岛上梅诺斯（Minos）国王制作的宝物守卫人，名叫塔罗斯。

据说，塔罗斯从脑袋顶到脚后跟装满了管子，并在这些管子里充满一种热液作为能源，每天在岛上巡视三次，如果发现船靠近该岛就投石把它击沉，若是有人接近，就从身上发出高温把他烧死。用现在的话来说，可把它叫做“守卫者机器人”。

另外，比这种传说还早的，有霍梅罗斯（Homer）著的世界上最古老的长篇叙事诗《伊利阿斯》（公元前八世纪），在这本书中出现的“黄金美女”也是一种机器人。据说铁匠铺里有一个叫做海拜斯特（Heepistos）的神像，他的侍女们全部与真人一模一样。所有这些，大概就是人们最初想象出来的机器人吧！我想这就是大约两千八百年前，日本人使用石器或绳文式陶器时代发生的故事。

在日本，机器人（人造人）的设想，大概是从镰仓时代开始的，十二世纪在佛教言论集《撰集抄》中出现的生物机器人是与人完全一样的事，这可以说是最早的记录。

这种机器人，据说是一位叫做师仲的巧匠制造的。师仲制造了生物机器人，甚至在尚未分清这些机器人真面目的情况下，就被送到人类社会中去了。其中有的成为武人社会的大人物官僚机器人，当时的规模可以说特别庞大。

在这个言论集中还出现了有名的歌手西行法师。

西行法师在高野山修行中，由于亲友之死而感到非常悲

伤，于是设法使用“还魂术”制造出与亲友一模一样的生物机器人。可是，实际上这种机器人并没有成功。以后他求助于师仲，学习了秘诀，结果还是不行。

(2) 受现代人欢迎的“自动机械”

这也和文学世界一样，制造机器人用的工具可追溯到古希腊时代。古希腊的发明家赫伦（Heron）是研制这种工具的始祖。赫伦在公元前一世纪就设计出以蒸汽或平衡锤为动力的各种自动装置。例如，在他制造的自动装置中，有一种装置设在巴克斯（Bacchus）（罗马神话中的酒神）神殿中，当点燃殿前的蜡烛时，女神就在神殿上转动一周，同时在她周围的一些年轻美女就翩翩起舞。

尽管现在的自动化装置，在结构上与那时有所不同，但在城市中某些百货公司楼顶上经常看到的自动装置与那时的装置很相似，并且引起孩子们的极大兴趣。现在只是在形式



鮑加逊制造的“鸭子”（立川昭二提供照片）

上改变一下赫伦的发明，难道事实不正是这样吗？

这些发明，后来被阿拉伯人继承下来，与欧洲的钟表技术相结合，于是制造出推动社会发展的各种自动机械。

到了十八世纪，欧洲人利用钟表（金属齿轮和发条）技术制造了各种各样的自动偶人，在市场上颇为流行。

法国的技术专家鲍加逊(Boukarson)，受到当时流行的“人类机械论”（认为人的功能也只不过是最高度复杂化机械）的影响，想利用机械制造动物。一七三八年在巴黎科学学会公开发表了自动“鸭子”。这种鸭子一面振翅搏动，一面呱呱地叫，既能喝水，又能消化食物，还能排泄粪便。的确盛噪一时。

当时在法国和瑞士有许多技术专家在王室的援助下大显身手，接二连三地制造出大量的自动偶人。其中特别有名的是瑞士人杰克·德罗斯（Jack·Doros）父子制造的“写字偶人”和“弹风琴的偶人”。这些偶人都是使用许多凸轮（主要是把回转运动变成往复运动的机械零件）制造出来的复杂而又精巧的机械。

写字偶人用白色手指拿着钢笔在纸上描划，有时还将凝视手动作的双眼面向观



写字偶人（立川昭二提供照片）

众。它简直象活人似的在作笔记，初次看到这种“写字偶人”的人，不知会怎样大吃一惊！据说这种偶人现在还陈列在瑞士的纳沙泰尔（Neuchatel）博物馆里，非常吸引人。

三、日本江户时代的“自动偶人”

回顾一下科学的历史，就可以知道许多发明和发现都出在西欧各国，这对于在日本受过教育的我们来说，的确有点令人感到遗憾。可是，在江户时代中期，通过数学家关孝和的努力，就已经独自确立了称为函数和方程式那些很难的数学。因此，科学上的发明和发现，日本也并非绝对没有。

只是由于对历史的记载没有广泛地加以宣传，因而知道的人还不多。若从各个具体事例来看，日本也有许多优越的知识和技术值得称赞。至于机器人，也和数学一样，在日本也曾经自行设计过非常精巧的“自动装置”。

（1）从木偶戏中派生出来的“自动偶人”

以竹田近江为鼻祖制造的“竹田式自动装置”便是这种自动偶人。他曾在大阪道顿堀的戏剧街上挂起一块招牌，对这种自动偶人进行了宣传。时间是江户时代开始不久的宽永二年（1626年）。据说到了江户文化之花盛开的元禄时代，就能经常看到竹田一门等演出自动偶人的戏剧。除此之外，还有三个戏班子也同时演出自动偶人节目，显示出相互竞争的盛况，一直到了江户时代末期的宽保元年（1741年），剧院总是吸引着大量观众，连日客满。

自动偶人的自动机构，日本也和西欧一样，完全有效地利用了制造日式钟表的技术。但在动力部分，西欧各国采用

金属发条，而日本的自动偶人利用的是鲸鱼胡须和木制齿轮等，无论怎么说也显示出了日本的特色。

即使是木制的机构并采用鲸鱼胡须作动力，也不能胡乱地制造。在精心制造的自动偶人中有下图所示的“献茶偶人”。其精巧程度，即使是现在的机器人专家看到也会瞠目而视。



日本最古老的机器人——献茶偶人
(立川昭二提供照片)

(2) 使井原西鹤吃惊的“献茶偶人”

这种偶人的两手捧着一个茶盘，当你把茶碗放在茶盘中时，偶人就一面点头一面前进，直至客人把茶碗取下来才停止。待客人喝完茶水将茶碗放进茶盘之后，偶人就改变前进方向回到原处。这种偶人会出色地表演这种特技。

曾经是代表元禄文化的文学家井原西鹤先生，看到这种

偶人时曾以惊异的口吻说：“宛如真人一样”，并挥笔写下了“献茶偶人车在工作”。

对于江户时代的人们来说，不难想象自动偶人是一种非常值得惊异的新鲜玩艺。大概在我们的脑海中也将浮现出连井原西鹤先生自己也没有想到他会盘上腿即席挥笔的场面。

这种献茶偶人，可以说是日本最古老的具有人形的机器人，它与杰克·德罗斯父子制造的“写字偶人”恰好是在同一时期出现的。由此可见，当时制造的自动偶人，并不仅仅是这些，一定还有许多与此类似的自动偶人。

土佐藩的物理学家细川半藏先生于一七九六年著作《机巧图彙（自动装置图集）》，以图解方式详细说明了这种自动偶人的机构和制造方法。这大概可以说是日本最早出现的制造机器人的技术书吧！



细川半藏者的《自动装置图集》
(立川昭二提供照片)

(3) 回顾过去预测未来的“机器人发展历程”

如果回顾一下人类的历史，便可清楚地了解到人和机器人的联系并非一朝一夕之事，从下面的年代表中可以看到，人类长期梦想制造的机器人终于成为现实。

表示过去、现在和未来的人与机器人联系的“机器人发展史”

		机器人的历史	
		世界	日本
空想的机器人时代	公元前八世纪 《伊利阿斯》中的机器人 “黄金美女”		尚未进入机器人时期
	公元前三世纪 《希腊神话》中的机器人 ——青铜巨人《塔罗斯》		绳文时代（日本新石器时代的一个时期，那时制造的陶器上都刻有绳文或席文的图案，因而取名绳文文化时代，简称绳文时代）制造的陶器
自动机关的机器人时代	公元前一世纪 希腊人赫伦制造的自动装置		十二世纪 佛教言论集《撰集抄》中的机器人“生物机器人”
	十八世纪 德国人哥斯塔夫·梅林制造的巨型泥塑偶人“巨人戈雷姆” 瑞士人杰克·德罗斯父子制造的“写字偶人”和“弹风琴的偶人”		十七世纪 以“献茶偶人”为首的“自动偶人” 1796年 土佐藩人细川半藏著《机巧图彙》一书中的自动机械的机构与制造方法

机器人的历史		
	世 界	日 本
前 机 器 人 时 代	1920年 捷克斯洛伐克人恰培克的 戏曲《R. U. R》中出现 “ROBOT——机器人”这 个词	1924年 在筑地小剧场以“人造人” 为题演出了恰培克的戏曲 《R. U. R》
	1950年 美国人阿西莫夫在《我， 机器人》这本小说中发表了 “机器人学三定律”	
	1954年 美国人德波尔通过申请专 利权提出了工业机器人的概 念	1959年 东京工业大学森政弘研究室 试制人造手第1号
机 器 人 时 代	1926年 美国尤尼梅逊公司制成工 业机器人第1号机“尤尼梅 特机器人”	1976年 川崎重工业公司与尤尼梅逊 公司搞技术合作,引进了“尤尼 梅特机器人”并推进日本国产 机器人的生产
	美国的 AFM 公司制造 “万能传输机”	
	八十年代 欧美各国都卷入了制造机 器人的热潮	1980年 机器人普及元年(日本成为 “机器人王国”,拥有台数在 世界各国中占第一位)
	⋮	⋮
		1990年可能诞生智能机器人

		机器人的历史	
		世界	日本
	2001年 美国的机器人工业将重新 超过日本? ⋮		2000年将制成步行机器人 ⋮

四、恰培克和阿西莫夫的预见 指明了机器人社会的光辉前景

我们现在也常说：“机器人”、“机器人”，但是这种机器人的涵义究竟是什么，机器人这样的命名又包含着什么样的愿望，却是不清楚的。

(1) “机器人”包含着人类的梦想与不安情绪

机器人 (ROBOT) 这个词，是一九二〇年(大正九年)在捷克斯洛伐克剧作家凯莱·恰培克(Caler·Chabek)所著的戏曲《R·U·R》(罗萨姆万能机器人制造公司)中初次出现的，是由捷克语“工作或服侍”这样意思的 ROBO-TA 演变而来的。这不过是迄今六十年前的事，所以这个词并不那么古老。

在这个故事中说明 R·U·R 公司大量制造出生物机器人，从秘书机器人到劳动机器人都能一面与人共事一面为人服务，通过机器人的劳动，把人类从繁重的体力劳动和令人讨厌的工作中解放出来，给人生带来乐趣，使社会产生繁荣。但是，这些机器人能够很好进行工作的并不多。在这个

故事中，机器人与人共事的情形并没有长期继续下去。

在非常广泛的领域里大量使用机器人，曾经遭到美国工人的反对，美国政府为了镇压这些反对使用机器人的运动，制造成功“士兵机器人”，接着就用这些士兵机器人编成军队，准备对工人进行镇压，但是政府仅有这项措施不但没能把反对运动平定下来，反而产生了许多纠纷，终于发展成各国都承担不了的“泥潭战”。

后来有一天机器人军队的头目命令一小撮具有高度智能的机器人对人民发起“平定叛乱”的运动，接连不断地杀死了许多人。

过去曾有这样一些传说：打算利用机器人把人类从劳动中解放出来和对一切工作都要利用自动机械去干而感到不安……。在这些故事中，清楚地描写了机器人社会所拥有的明暗两个方面。这对于在现实中迎接机器人时代的人们来说，也是值得深思的。

恰培克的这个戏剧，曾于一九二一年在布拉格的国民剧场演出，当时对观众产生了极大的影响。日本也在一九二四年在筑地小剧场以《人造人》为题上演了这个戏。在年长者之间一谈起机器人，就都象鹦鹉学舌似地说这是一种人造人。

对于这种机械文明发展前景感到不安的情绪，即使是美国科学家兼科学幻想小说作家爱札克·阿西莫夫也难免，而且他还把这种情绪继承下来了。

阿西莫夫在一九五〇年出版的《我，机器人》这部作品中描写了如下的过程：机器人开始时只是作为孩子们游戏时的伙伴出现的，不久它就具有和人一样的姿态与能力，接着又

发展成把人作为助手和支配人行动的机械。

于是阿西莫夫对机械化社会的未来发出了警告：“绝对不能让机器人做出叛逆于人的事情”，并且以此为基础提出了堪称机器人宪章的“机器人学三定律”，从而给机器人社会赋予了新的伦理性。

阿西莫夫考虑的《机器人宪章》有下面三条定律：

第一定律——机器人的任何行动不得伤害人，也不得见人受到伤害而袖手旁观。

第二定律——机器人应服从人的一切命令，但不得违反第一定律。

第三定律——机器人应保护自身的安全，但不得违反第一、第二定律。

(2) 机器人也要建立自己的“法律”（宪章）

看到上述三条定律便以为很早以前就是机器人和人类并肩劳动的时代，那就大错而特错了。即使是现在，机器人也还不具备任何判断能力，而只是停留在工业使用的阶段。所以，已经确立的这种“机器人学三定律”作为处理现实问题的指导方针是必要的。

一九八一年七月，在实力雄厚的机器人制造厂川崎重工业公司明石工厂发生了一起由于机器人造成的死亡事故，在国外引起了很大震动。即所谓的“机器人杀人”事故。

机器人有时会在它所应该进行的一连串动作的中途停止工作。由于前阶段的作业没有完成而处于等待指令信号的状态，叫做“联锁（inter-lock）停止”。这时最容易发生因机器人问题而造成的事故。这是因为人们以为机器人已经停止动作进入安全状态，而容易靠近它的缘故。川崎重工业公

司明石工厂就是在这种情况下发生的事故。

专门为精密加工机床上下料的机器人，当机床发生事故时它的作业任务尚未完成便停了下来。看到这种情形的工人便马上跑过来排除故障。就在这个时候突然发出了命令机器人前进的信号，于是机器人又开始动作，结果将那个工人撞死了。

据报告，除了这起事故之外，迄今为止还有其它几起由于机器人引起的伤亡事故。

任何一种机械，如果与它对应的部分发生失误都有可能引起事故。即使是医疗药品，由于饮服的剂量不同，不但不能治好疾病反而有可能致人于死。对于明石工厂的事故，也有不同看法，有人认为技术不熟练引起的失误要比机器的问题更为严重。

但是机器人与过去的自动机械相比，接近人是没有限制的。为此，甚至有人称之为“复归机械”，今后机器人掺杂在人群中间与人共同劳动的机会必然越来越多。正因为这样，即使机器人有错误也绝对不能让它把人杀伤。

假如能用现在流行的遗传基因重新组成机器人，也要从它有可能对人类作出伟大贡献以及可能发生预料不到的危险这两个方面予以评价。也就是说，这种机器人具有“两重性”，它可以给人带来幸福，但也不排除给人带来灾难。目前正在迎接机器人的新时代，因而恰培克在六十年前发出的警告和阿西莫夫三十年前提出的《机器人宪章》，又重新显示出了它的重要性。

五、“机器人王国”的日本从上到下掀起了“机器人热”

从科学幻想小说世界中诞生的机器人，现在深受社会各界人士上的欢迎。

现实社会到底是一种什么样的社会呢？可以说基本上都是生产各种各样物品的工厂。所以，人们把在这些工厂里进行生产劳动的机器人叫做“工业机器人”。

(1) 日本的机器人台数占世界总数的百分之七十

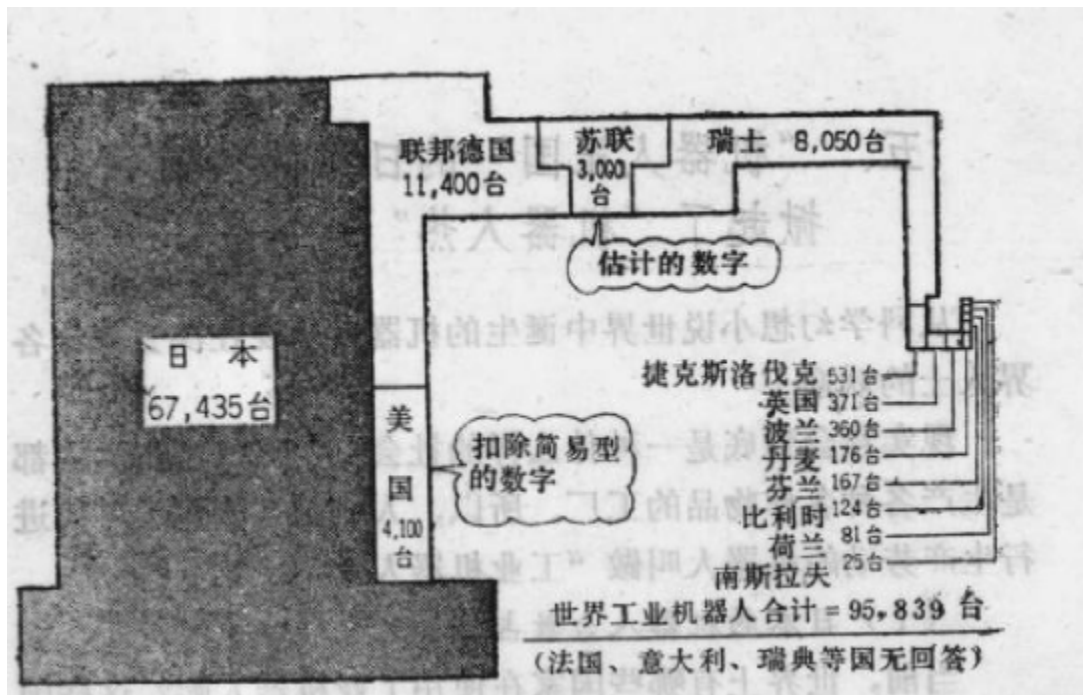
当前，世界上有哪些国家在使用工业机器人呢？这些国家使用的机器人数量又有多少呢？

这样一些问题是很难回答的。因为现在世界各国对于工业机器人所下的定义尚未统一起来，而且各国的统计数字也是多种多样的，很难掌握准确的数字。

但是，日本引进和设置的机器人最多这一事实是很清楚的。现在国内外人士都承认她是一个“机器人王国”。

最近的统计数字如下图所示。但这些数字还不能说是完整的统计。因为在调查中有法国、意大利和瑞典等国没有回答，而且机器人的范围各国也不一致。不过，即使把这些数字打个折扣，日本拥有的机器人数量也是最多的，完全可以说居于世界首位（日本所占的比例约为百分之七十）。

即使按照“日本工业机器人工业会”等的统计资料，一九八二年全世界包括简易型机器人在内，也有十万台以上，其中日本的机器人拥有量约为七万五千台。很明显，日本在世界机器人市场上的占有率仍然是百分之七十。



工业机器人的拥有量日本最多
 （《日本工业机器人工业会调查资料》，1981年）

进一步来说，在美国和西欧各国象用人手操作的那种手动操作机等，都没有包括在机器人的统计数字之内。因而，也有人认为日本把简易型机器人也一并统计在机器人拥有量中，造成机器人拥有量过多，未免有些言过其实。

但是，即使把机器人的范围限定在内装微型计算机的示教再现型高级机器人这一范畴，美国和欧洲现有的机器人台数，大概也都只有六千台左右，而日本超过了两万台。

总之，对于机器人的解释和统计方法，尽管各国有所不同，但从各方面来看，日本工业机器人的拥有量无疑居于世界首位，设置台数大约占世界总数的百分之七十也是没有错的。

（2）用途广泛、用法丰富多彩的日本机器人名列世界前茅

在日本，不仅机器人的设置台数多，而且应用领域也非常广，从汽车和电机等一流大型企业到中小型的街道工厂都广泛地采用了机器人。另外，使用机器人的方法也是多种多样的，可以说居于世界领先地位。因此，说日本目前是“机器人王国”是非常恰当的。但是，正如第六章所述，其它各国将会拚命地追赶上来，日本的这个宝座未必能够坚如盘石。

从引进工业机器人热潮开始的机器人热，现已风靡整个日本列岛。

由于“机器人王国”日本的跃进，这种机器人热已经开始扩展到世界广大地区。“机器人时代”的梦想，逐渐变成了现实。

六、自动化浪潮开始改变“工厂”、“办公室”和“家庭”的面貌

过去所指的自动化（Auto-mation），意味着使用皮带运输机（传送带）等进行流水作业的大量生产，而现在报刊大肆宣传的则是以机器人为中心的新型自动化。

自动化目前在所有部门都蓬勃地发展着。自动化的浪潮涌到工厂则与工厂（Factory）的英文字头F结合起来叫做“FA”，涌到办公室则与办公室（Office）的英文字头结合起来叫做“OA”，涌到家庭则与家庭（Home）的英文字头结合起来叫做“HA”。这三个“A”就是目前自动化的主流。

其中，最先发展起来的便是“FA”，也就是工厂自动

化。

(1) “FA”引起了社会各个方面的变革

工厂里为了节省人力，就必须使生产设备或生产过程自动化，而利用过程计算机（自动控制温度、压力、流量、成分和质量等）便可使所有生产过程都能按照计算机程序进行工作。

另外，象喷漆、焊接或材料与产品的装卸以及零部件的装配等项工作，过去一直是靠人工进行的，但现在也有必要进行自动化，而解决这些问题的关键，首先就在于机器人技术的进步。

总而言之，工厂自动化的成功必须借助过程计算机和工业机器人的发展。

那么，如果把这种过程计算机和工业机器人更进一步地紧密结合起来，并将各种机床或装置组合在一起协同工作，情况将会是怎样呢？对于这个问题如果从工厂角度来看，必要的人员将会越来越少，过不了多久即使在无人管理的情况下也能进行生产。最近出现的FMS（柔性制造系统）或FMA（柔性生产自动化）就是按照这种模式制造出来的生产系统。

柔性也就是“柔软”的意思，而生产则是人们所熟悉的“制造”，所以FMS或FMA就不是生产单一品种的产品，而是进行多品种小批量生产的系统。

不久也许会在所有的大工厂里利用中央控制计算机管理一切生产过程，即使在无人的情况下也能生产出多种产品。

到了那个时候，如果考虑到工厂里工作人员的去向问题，就会自然而然地理解到为什么把FA叫做“第二次产业

革命”。

(2) “OA”是事务人员的“天敌”吗?

自动化的浪潮已经把微型计算机(事务计算机)、字处理机和复制机(传真机)等带到了办公室。这些机器被称之为“OA的三种神器”，在办公室里引起了很大风波。

打字学校的学生减少了，以银行为首的大型企业也减少了事务性的雇用人员，中高年的管理人员也在学习使用字处理机或事务计算机……，工作环境突然发生了变化。

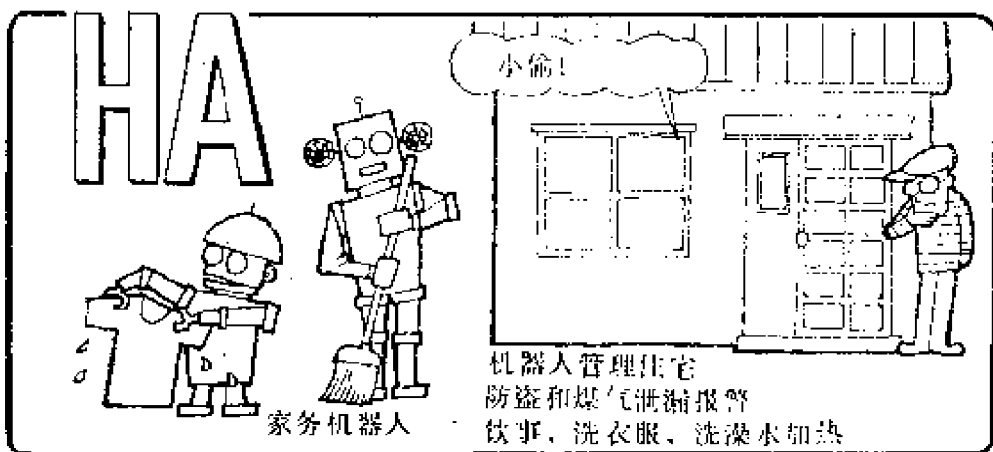
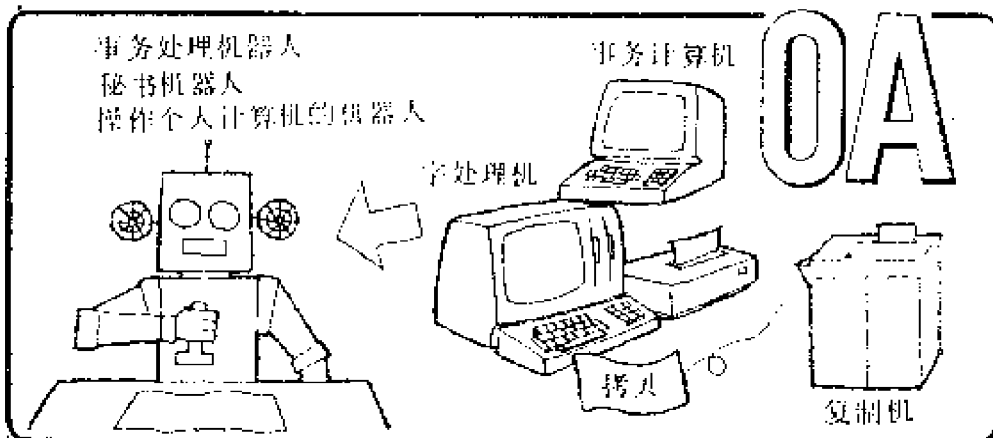
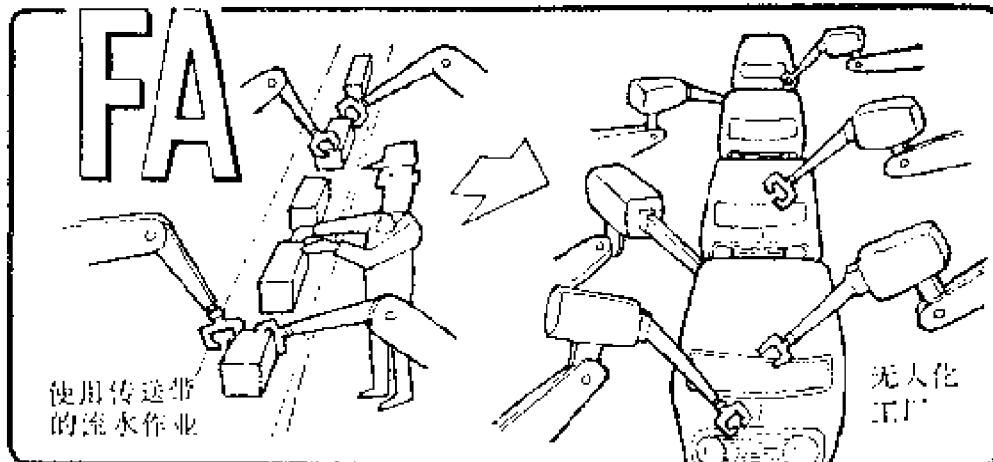
然而，今后的环境还可能进一步发生变化。据说已有各种各样的机器人陆续登场，如“操纵个人计算机的机器人”、取送文件或翻页用的“秘书机器人”和能够综合进行这些工作的“事务处理机器人”等等。

(3) “HA”大量培养懒人吗?

最近正在以超级公寓为中心大力进行改造，在这里安装了家庭自动化系统，通过家用计算机可以完全自动地检测和监控室内的煤气泄漏、火灾发生、小偷侵入和洗澡水的加热等，并能把这些情况通报给主人。将来，还会有“家务机器人”承担炊事和洗衣服等各项家务劳动。这对独身的男性来说，自然是求之不得的大好事，而且就连“为什么结婚也不知道”的有妇之夫，大概也会因此而有所增加吧!

到了我们孙子的时代，也许会出现这样的社会：在家里也好，到社会上去也好，下海也好，上山也好，甚至到大街小巷，无论走到哪里，你都会看到机器人在为人们服务。

右图示出“FA”、“OA”和“HA”改变工厂、办公室和家庭的状况。



“FA”、“OA”、“HA”的浪潮如何改变工厂、办公室和家庭的面貌?

七、过去的自动化机器 为什么不叫机器人

虽说是机器人，但现在的工业机器人充其量不过只是代替人的手臂而已，还是距离人的形象相当遥远的一种机械。

如此说来，迄今在工厂中一直扮演主要角色的自动化机械，与机器人的区别究竟在哪里呢？

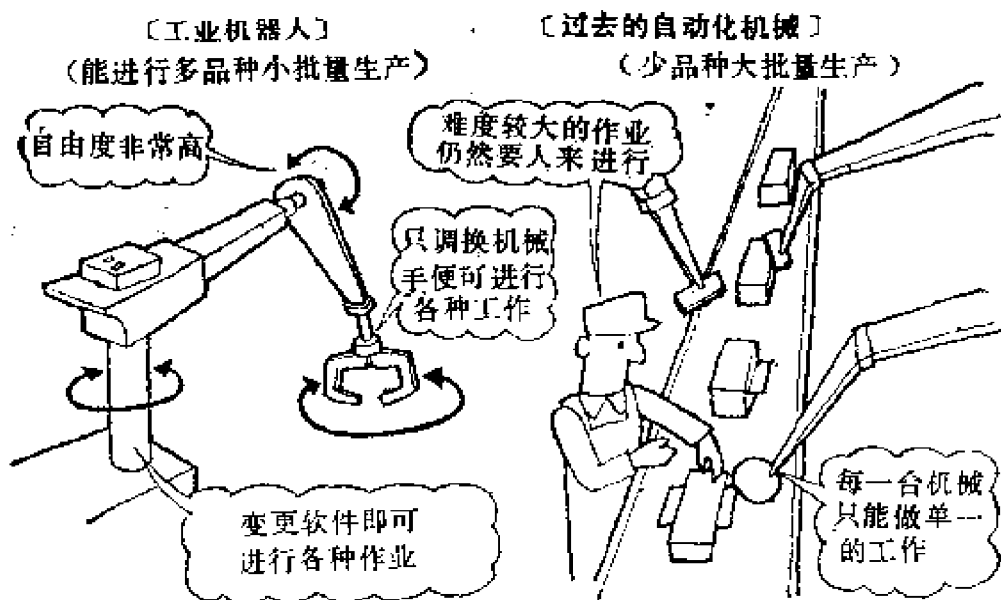
顺便提一下，自动化（auto-mation）乃是希腊语的autos（=self）和mat（=moving）与拉丁语的ion（=being）合成产生的一个词。也就是“自己动作”的意思。在这个意义下，机器人和自动化机械都是由人按下电钮之后，才能自动地反复进行作业的。双方都依靠自身所具备的机构进行动作，没有什么大的区别。

（1）机器人是“柔软”的机械吗？

机器人与自动化机械相比，最大的区别就是机器人具有“柔性”。但令人吃惊的是：“用金属制造的机械怎么会有柔性呢！”这里所谓的柔性当然不是指材料的软硬而言的，具体地说就是机器人具有纵、横、倾斜或旋转等许多自由度。

也就是说，机器人具有和人的手腕相似的柔性弹力。这种柔性无论怎么说也是非常重要的。机器人之所以能代替人手进行各种各样的作业，原因就在于此。

然而，过去的自动化机械，乃是一种为批量生产的专用自动机械。一般在加工单一零件时它比机器人的效率高，加工速度也快。



机器人和自动化机械的最大区别在于“自由度”

但是，万一生产工序有了变更，例如必须全部更换专用模具时，就要增加投资购买新式设备，而且旧的专用机械会变成完全无用的积压物资。

如果是机器人，情况就不同了。在有效利用它本身具有的许多自由度的基础上，还可进一步利用被称为机器人头脑的计算机，只要把必要的信息变成软件存储起来，计算机就能控制机器人进行各种各样的工作。就是说，如果是采用机器人的生产体制，那么，无论什么时候改变加工对象或变更产品型号或者变更设计等等，机器人都能适应这些情况的变化进行工作。

因此，在生产工序变更时，就没有必要重新购买机器人或者改造原有的机器人。机器人所具有的这种高度通用性，是与专用自动机械的最大区别。

（2）在多品种小批量生产时代，能适应环境变化的机

器人大有作为

因此，可以说自动化机械在大批量生产的生产线上使用是一种有效手段，而机器人则是为中品种中批量生产或多品种小批量生产自动化的一种机械。

从这个意义上来说，也有人把过去以专用自动机械作为主力的生产系统叫做“硬性自动化”，而把以机器人为中心的生产系统叫做“柔性自动化”。

以石油危机为契机，世界上有许多国家的经济从高速发展时期转入稳定增长时期。与此同时，由于生产数量的减少而引起了产品成本的提高和社会需求的多样化。如何适应这种新情况，乃是企业的最大课题。

特别是，在承包汽车和电机等多种加工零件以及转包这类零件的企业，有成千上万种零件需要加工，而每一种零件的生产数量又往往只有一、二十个，如果不采用柔性自动化的生产系统，那么，在非常严峻的价格竞争中就不可能立于不败之地。

八、从“机器人家族”的分类标准 来看工厂中使用的机器人

机器人从简易的到复杂的究竟有哪些种类呢？对于这个问题，仅就工业机器人最一般的分类方法加以介绍。

（1）工业机器人可分为六类

关于工业机器人，从人工操作的操作机到其自身能够进行判断和行动的智能机器人，根据“信息输入和示教”的方法，大体上可分为以下六种类型。

①手动操作机

由人进行的操作机叫做手动操作机。所谓操作机就是代替人手进行工作的一种装置，也叫机械手。但其结构并不属于自动机械。

②固定程序机器人

这种机器人是按照事先给定的程序和条件以及位置等，在各个阶段依次进行动作的操作机械。但给定的信息不易变更。所谓程序，是指作业顺序而言的。作业的顺序和内容都是固定不变的，而且只能重复进行简单的工作。

③可变程序机器人

这种机器人也是按照事先给定的程序和条件以及位置等，在各个阶段依次进行动作的操作机械。但是，给定的信息容易变更。这是容易改变作业程序的机器人。

④示教再现机器人

这种机器人是通过人事先操作一遍使其按照人的意志进行动作，也就是由人进行一次示范作业让机器人记住这种作业的顺序、位置和其它信息，尔后根据需要再读出这些信息，以便照原样进行工作的操作机械。例如，象做喷漆等项工作的熟练工人，在工作现场把着机器人的手教给它一次喷漆动作，从下次开始机器人便可不借助人手再现这种动作，立即变成了“熟练工人”。

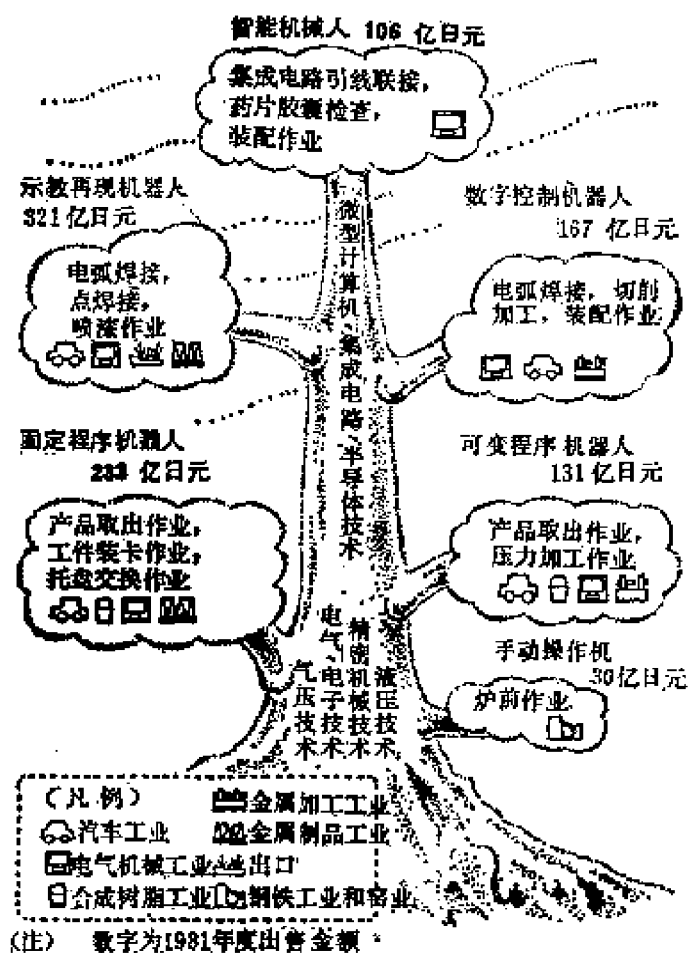
⑤数字控制机器人

这种机器人是接受利用数字（预先编好的代码）发出的作业顺序、位置和其它各项指令信息而进行工作的一种操作机械，即利用穿孔纸带、卡片或数字开关等输入信息的操作机械。通过这些数字把计算机程序或数据输入机器人的存储

器中，以控制作业的进行。

⑥ 智能机器人

这是一种利用感觉功能和识别功能来决定自己行动的机器人。这种机器人具有相当于人类五个感官功能的识别能力，可识别周围状况自己进行判断，并与给定的指令加以比较，来决定选择哪一种信息最好，尔后按照这种信息进行必要的作业。



工业机器人及其工作内容

那么，这些机器人究竟应该怎样使用呢？请参阅上图。

九、机器人！既有重复工作的机械， 也有智能机器人，形式多种多样

说起机器人，就会出现电子装置或系统之类的词，往往使人难以理解。但是，现在世界上已有十万台以上的工业机器人在使用中，这又说明什么呢？能否用一句话简单地予以说明？

（1）机器人到底是什么东西？

从“招待客人的机器人”到“工厂里使用的机器人”，虽然机器人的种类繁多，但是如果简单地予以说明，我想考虑以下几点就够了。

①具有人手那种柔性的简单机械；

②机器人本身具备某种程度的智能和判断功能；

③即使人不在旁边看管，也能按照给定的程序准确无误地反复进行高难度工作的机械。

我们应该根据这种手的柔性大小和智能程度来断定机器人是高级的还是低级的，而这两种功能目前正在日新月异地发展着。

从这样的观点出发，通产省工业技术院机械技术研究所的机器人博士中野菜二把迄今为止的机器人进化过程划分为第一代到第三代。

（2）第一代机器人是“重复进行工作的机械”

第一代工业机器人的最大特点就是能够按照事先教给它的动作重复进行工作，所以也叫做“重复进行工作的机

械”。

象在电视中或照片上经常看到的那种在汽车生产线上大量使用的“点焊机器人”或者“为机床或压力机等上下料的机器人”，就属于这一代机器人。

为了记忆重复工作，则需要有集成电路存储器或磁带之类的存储装置。将机器人本体制成与人的胳膊相近似的形状，与单纯进行重复动作的机械或数控机床相比，其功能是很不相同的。把机器人本体结构制成与人的胳膊相近似的形状，这件事本身在技术方面就具有重大意义。

机器人伸出很长的胳膊，由于刚性低容易引起振动。另外，当胳膊和手指进行动作时，还要使用不少驱动装置（执行机构），如何配置这些装置，设计人员要下一番功夫。手指头的动作路线要比数控机床的动作复杂得多。

总之，第一代工业机器人由于通过穿孔纸带或微处理机进行工作，因而与数控铣床或数控车床等利用数控装置进行工作的数控机床相比，在本质上没有什么差别。其特点很象机器人的样子。

（3）第二代机器人可进行感觉和判断

第二代工业机器人是什么样子呢？它是“能进行感觉和判断的机器人”。如果机械不结束简单的重复动作，而能适应作业对象或环境条件来改变其作业内容，这种机械的功能就会大幅度地提高，接近人的手工作业水平。

为此，机器人首先要有相当于人的眼睛、耳朵或皮肤等一系列感觉装置（传感器）。然后还要有判断功能，利用传感器输入信息对其周围环境进行判断，并根据这种判断来改变自身的行动。这种机器人有“电弧焊接机器人”或“单能

装配机器人”。

（4）第三代机器人具有学习功能

第三代工业机器人的特征是具有学习功能。刚生下来不久的吃奶孩子，想要抓取眼前的东西时，即使他伸出了双手也总是不能准确地抓住。因为这时孩子的眼睛和手的动作还不能协调起来，抓取控制功能又非常低，所以不能让手按照识别的位置进行动作。可是再过几个星期，这个孩子就会突然准确地抓取东西了。这就是人有学习功能的缘故。

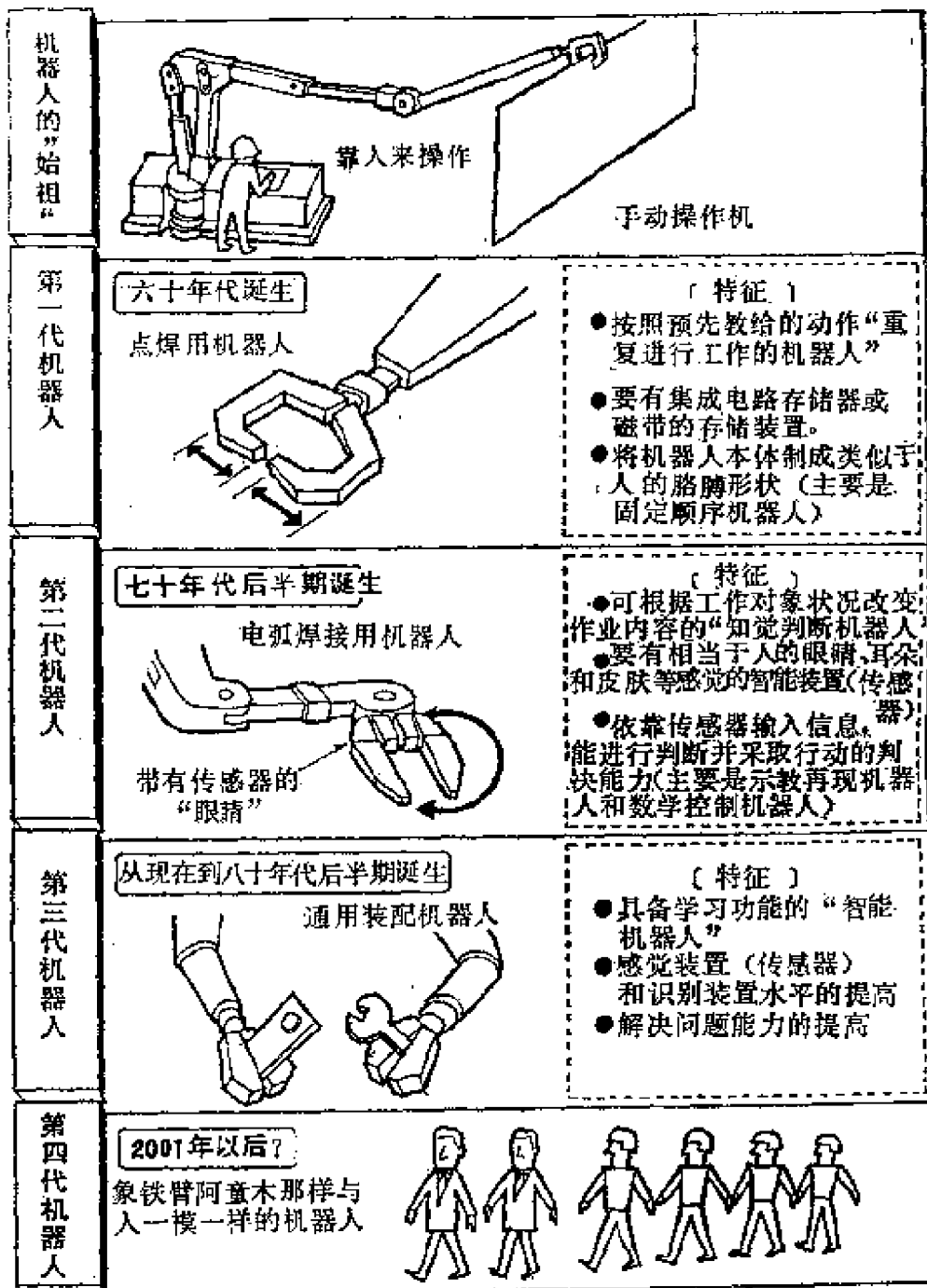
“通用装配机器人”和“自学习机器人”就相当于小孩子所具有的抓取功能，而现有的工业机器人恰好是第三代机器人的开端。

第一代和第二代工业机器人都超过了机械本来固有的界限，而真正接近于人的机器人只有在第三代工业机器人出现以后才可能逐步形成。可以预料，开发智能机器人的竞争，今后将在世界范围激烈地展开，在这场竞争中将会不断涌现出各种各样的新型机器人。

（5）第四代机器人的特征

所谓第四代机器人，究竟是什么样的呢？对于这个问题，目前还没有人能够回答清楚。其实，第四代机器人还没有问世，谁也不能完全说出它的形象。如果大胆地说，象具有感情的机器人，也许就相当于第四代机器人吧！无论怎么说，第四代机器人也是在第三代机器人以后人们设想的机器人，现在机器人技术的进步正以惊人的速度向前发展，我想大家会根据这种形势提出明确的认识。

总之，第一代到第四代机器人的进化过程如下图所示。其中的第三代机器人，大概会与读者们想象的“机器人”形



机器人在进化中——第一代到第四代的机器人群

象相当一致！

十、能否出现象“铁臂阿童木” 那种与人一模一样的机器人

目前的机器人，正在由重复进行简单的动作向高级动作方面发展，譬如通过判断周围情况来决定自己应该如何进行动作，以及通过简单的学习来修正自己动作的智能机器人，就是这种发展趋势。因此，象在漫画中出现的“铁臂阿童木”那样的机器人，出现在我们面前的日子大概为期不远了！

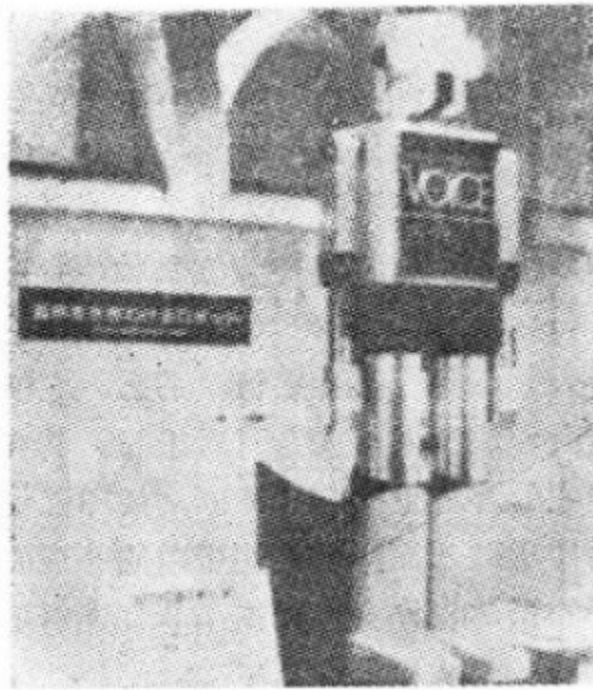
（1）一切机械都能表现自身的意愿

在承包汽车零部件的中小企业里，掺杂在工人中间的喷漆机器人，挥动着柔软的胳膊、晃动着文雅的脑袋，默默无闻地进行喷漆工作。有一次这个机器人突然停止胳膊的动作，用尖锐刺耳的声音高喊“口渴了，嗓子干了！”为什么这样急呢？工作人员走到近前一看，才知道没有油了。等到工人给它加了油之后，机器人便说声“谢谢”，又重新开始工作。

这种稀奇的场面，大概很快就会消失吧！

不论怎么说，即使在汽车上也常有这样的情况：车门忘关了，或者是油被用完，速度过大，都得用人的语言传送信息。而最近从电子灶、电冰箱和自动售货机直到照相机等所有的机械，都能自动地反映自身的状况。所以，只要有需要，各种各样的机器人表现自身意愿的时候，大概不会太遥远！另外，人的声音也完全能够听出来。

所谓科学的进步，就是这样迅猛地向前发展着。那么，



能听出声音的“沃伊塞 (VOICE)”机器人
(国立科学博物馆提供的照片)

这种科学的飞速发展，将会促使人们在近期制成具有类似人的意图和感情的机器人。

(2) 让机器人有一定的意志或感情

机器人本来就是按照人的意志，在人教给它的动作范围内进行事先确定的行动而设计出来的。所以，即使由于某种故障有可能引起机器人胡乱行动时，也要使机器人能够自己感到怀疑并且带有必要的感情而采取措施。然而，如果不进行某些重大的技术革新，无论如何也是不可能实现这种愿望的。

为此，必须彻底搞清楚以前尚未充分了解的人的意志或感情，同时不仅要搞清这些问题，而且还要制造出来能够满足这些要求的机器人并在实际中加以考验。这样的事情能否

成功？不能不说是相当困难的。

但是，可不可以说机器人就绝对不可能具有某种意志或感情？我想现在还未必能作出最后的结论！事实表明，过去人类的梦想带来了科学技术的巨大进步，而科学技术的进步又实现了许多人类的梦想。这种竞争今后还会永远继续下去。

假设机器人能够具有某种感情，那么，它就不是机器人了，实质上就会变成“人造人”。对于与人具有同样感情的机器人，要使它的容貌也能与人相同，就不能使用金属或塑料之类的材料做皮肤，而应当采用蛋白质合成的方法制造皮肤。若是那样的话，也许会在大街小巷都能看见马林·门罗（Marin·Monroe）式机器人。

孩子们也许会有这样的幻想：根据自己的外表和情操，把自己喜欢的“铜锣卫门”这样的机器人买回来，当作亲密的“兄弟”或在孩子时无法实现的“家庭”产生新的生活意义。

但另一方面，也许会出现这样的现实：身体本来就是一种机械的机器人，即使能够偏重感情也比不上人的肉体，正如凯莱·恰培克所描述的那样，人们可能接连不断地被机器人杀掉。产生这种令人可怕的不安情绪，也是理所当然的！

还有，在社会生活中机器人家族虽然不可能要求“人权”，但也也许会有可能要求享有“机器人权”……。

（3）机器人如能成为人的“朋友”，那就好了

如果这样地考虑未来的机器人社会，那就是一件值得高兴的事。不过，要使机器人具有感情，而且能使人造人左右人类的作法，大概仍然停留在空想的阶段吧！

想弄清楚机器人能否完全接近人这样的兴趣是不会没有的，而机器人正在一点一点地满足这种愿望。正因为现在处于机器人化社会的前夕，所以最重要的事是彻底弄清楚这样的现实与梦想之间的关系。

所谓机器人的“感情”，大概就是说机器人具有一种调和系统。这种系统能把机器人调和成近似人的感情，而且能够控制这种感情的发展。例如，象前面介绍的那样，当机器人中的油用完时就会自动地响起不正常的报警声，这种机器人以类似人的语言报告问题的方式，要比利用点灭红灯发出信号的做法更有亲切感，而且容易保持人类社会与机械之间的协调。

或者在工作结束之后，能简单地说：“我回去啦”、“你们辛苦了”这样程度的话，也就表示出人的感情了。

即使机器人不能完全与人一样，但如果它能与人进行简单的对话，或者与人下国际象棋，而成为人的“朋友”，也是很理想的。可以预料，这种机器人，不久将出现在我们的面前。

第二章 机器人活动的场所和方式

一、为人们生活服务的机器人

虽然在百货商店或游艺场所能看到机器人，但现实中的机器人除了工厂以外是很少见的。

尽管不断地喧嚷机器人化，但毕竟还是工厂或研究室里的事，而在家庭和野外就很少看见机器人。

虽然经常听到“除了在工厂之外，就看不到机器人形象”这样的呼声，但是机器人早已出现在家庭和野外也的确是事实。

我们来看一下家庭的情况吧！象全自动洗衣机那样的机器，仅仅是不能走路，但只要按一下电钮它就能自动地洗滌和清洗直到甩干（脱水）。即使把这类东西叫做机器人，也并非无稽之谈！

此外，还有许多游艺机器人，譬如能下围棋或国际象棋的机器人，等等。

还有电钮也可以说是一种变相的机器人。通过把若干个电钮集中起来构成的“控制塔”，便可以在家庭中预防火灾、防止犯罪，甚至加热洗澡水等，管理这些家庭事务的自动化系统，已在市场上出售。

被称为“机器人之家”的这种家庭系统，完全机器人化了，尽管它的价格还有些偏高，但已经充分显示出普及的苗头。

在街上招徕顾客的机器人，能以滑稽可笑的态度吸引行人视线，与此同时，能亲切地向顾客打招呼的自动售货机也日益增多。

站在一个机器面前，突然看到能说“您来啦”这种话的自动售货机，将会使人感到很高兴。

在人们工作有困难的地方，能连续进行重复工作的机器人也已问世。

例如，令人眩晕的高层大厦，人们无论如何也不敢在其外面擦玻璃窗，而机器人却可在这样的场面大显身手。

另外，在医疗方面使用的机器人，现在也研制成功，例如能听人呼唤（声音）而进行工作的机器人（假肢）和代替导盲犬为盲人引路的机器人，等等。

在人不能接近的火灾现场可以参加救火的“消防机器人”和用来切断大树树枝的“爬树机器人”等，以及在一些特殊领域，还有各种各样的机器人。

这一章拟稍详细地介绍上述一些机器人的形象。

二、机器人负责防火、防盗和节能的“机器人之家”

（1）从加热洗澡水到防火、防盗等一系列工作均由机器人进行管理

当你做完一天工作高兴地回家，站在门前向内部电话说出进门的暗号时，你的妻子或孩子就会用亲切的声音回答：“您回来啦！”。

当你脱下西装走进卧室时，动作传感器就会启动，一下

子把电灯打开。如果进入卫生间，化粧台的电灯也会自动点着。若是从房间里出来，电灯还会自动熄灭。

不仅仅是电灯。为了保证房间里的温度经常处于正常状态，温度传感器一直在监控着室温。由于举办社交性集会，来客会突然增多，当室温上升时就自动地打开门窗让外面的冷空气进来，使室温恢复正常。另一方面，在夏天室内热时，就会开动冷气装置，使室温保持正常。

解除一天疲劳的最好办法是洗澡。在洗澡之前，可预先决定洗澡时间并把它存储在家用计算机中，这样便可按照预定的程序从加水开始直到把水烧热至适合洗澡的温度为止，全部过程都由计算机控制。稍等一会儿，就会听到妻子温柔地说“洗澡水已经准备好了”，剩下的事情就是妻子取出更换的衣服了。

为了睡好觉，要在入睡之前喝上一两杯酒，在迷迷糊糊的状态下钻进被窝。至于关门的问题大可不必担心，因为有机器人负责。如果有小偷想撬开门窗或者在房子周围徘徊，异常传感器马上就会获得信息，当发现万一不测的时候，报警器就会发出蜂鸣声或者使红灯闪光。

由于睡前抽烟不慎而引起地毯或被褥等起火冒烟时，装在房间或走廊里的报警器就会同时发出报警信息。如果报警器响了一会儿还不停止时，就会从顶棚上对准火源浇下大量的水，直至把火扑灭。

如果你能住在完全机器人化的“机器人之家”，就可以过上如此美满幸福的生活。而且这种生活并不是多少年前人们希望实现的梦想，已经变成了活生生的现实。

(2) 机器人能使妇女生活舒适愉快



按动电钮便可进行“防盗”和“烧开水”等一系列工作的“机器人之家”（三泽疗养院提供的照片）

例如，美国的半导体制造公司莫托洛拉（Motorola）已经公开发表了未来之家的管理系统。这种系统的家务管理计算机具有以下五种功能：①电气开关功能；②能源管理功能；③住宅环境控制功能；④安全管理功能；⑤信息处理功能。这些功能可通过输入键盘进行控制，但是为了进一步加强管理功能，还在必要的地方装设了电视监控器、摄象机、温度传感器、湿度传感器和动作传感器等。

不仅在美国，即使是日本，机器人之家也已进入了实用阶段。例如，松下电器产业公司就在松下技术馆展出了家用计算机系统。这种系统的适用范围很广，从防盗、防灾直至人们利用业余时间进行各种活动，都能利用计算机控制。

另外，三泽疗养院的“G型”住宅，大概就是日本市场上出售的最新式机器人之家吧！这种房子本身的外观虽然没有大的变化，但在房子中心设有控制台，万一发生火灾、被盗或漏煤气等异常情况，传感器或感觉器就会发出报警声，告诉主人马上去处理。所以，松下电器产业公司在广告中经常宣传它们的家用计算机系统能够“保护人身和财产的安全，并把妇女从繁重的家务劳动中解放出来”。

新建机器人之家，在现阶段的造价是相当高的，一般家庭都做不到。三泽疗养院的“G型”住宅，全套装备约需四千万日元左右，但如果考虑到保障安全问题和把妇女从种种家务劳动中解放出来的价值，那么，今后对机器人的评价将会大大提高。最重要的还是经常听到“要使妇女生活得舒适愉快……”这样一些发自内心的呼声。

三、表演精彩倍受赞赏 的“待客机器人”和 “自动售货机”

(1) 在顾客面前进行滑稽表演或歌舞的机器人

目前象机器人之家那样的设备虽然不多，可是你一到繁华的大街上就可以看到一种很吸引人的“待客机器人”。

一般来说，这种机器人都设在游艺场所或公共食堂的前面，每隔一定时间就表演一次非常幽默的动作，吸引人们观看。

这种机器人往往会作出象马戏丑角那样的姿态逗人发笑。它以滑稽演员的面孔，一面打手势一面使眼色，对它一

无所知的人看了往往会既吃惊又高兴。也有人不加思考地伸出双手，提心吊胆去摸机器人的躯体，或者与机器人握手，反复进行观察……。当他知道是机器人时，便瞪着眼睛被拉进那个店舖里去了。

其中也有能歌善舞的机器人，它们一面打着鼓一面伴随事先录好的歌曲翩翩起舞。这些非常活跃的机器人，受到许多服务行业的欢迎，因而市场需求量日益增加。这类机器人大概都具有游戏功能。

(2) 具有奇异魅力的玩偶——“门罗”



“玩偶——门罗 (Monroe)” (东京创研公司提供的照片)

东京创研公司在两年前就有一种对外出租的机器人，名叫马林·门罗。这种机器人穿着长袖衬衫和牛仔裤扮演着面带愁容的女演员，把吉他（六弦琴）夹在腋下弹奏着动听的

歌曲。

它还用嘶哑的声音唱着有名的歌曲——《永远流去之河》，嘴和眼睛能变换二十余种表情，皮肤基本上和人一样柔软。因而它的脸上浮现出一种奇异的魅力，吸引着许多观众。

有名的百货商店，如高岛屋或松屋等大型百货公司都想利用这种门罗偶人帮助他们进行年终的“商战”，招揽顾客。我们把它叫做“待客机器人”。

（3）自动售货机在进行表演

从早到晚连续二十四小时无人“售货”的自动售货机，最近也能用声音与人进行简单的对话，因而也可以把它算做一种机器人。

例如，能说话的“香烟自动售货机”就可以叫做机器人。这种自动售货机从外表上看，虽然和普通的自动售货机一样，但当购买香烟的人来到它面前时，来客探测元件（传感器）便通过红外线探测出顾客的动向，立刻将信息传递给发音装置，于是它就会说“您来啦！”当顾客选好自己的喜爱的商品，将硬币投入自动售货机时，如果需要往回找钱，就把零钱和香烟一起交给顾客，最后还说一句“谢谢”。如果顾客给的钱不够，还能说“钱不够啊！”，若是顾客需要的商品脱销，它还能说“卖完了”。

目前正在研制一种能说话的“饮料自动售货机”。这种机器大体上和“香烟售货机”一样，出售果汁和可口可乐等饮料。当顾客站在它面前时，它会以女人的温柔声音说：“您来啦！是饮可口可乐，还是饮果汁？”如果顾客说“我要可口可乐”，它还会说“是否要加点冰？”然后根据顾客

的回答将饮料送出来。

在这类机器人上采用的技术，一般都是红外线传感器、声音识别装置和声音合成装置等。无论哪一种装置，都是现代工业机器人所不可缺少的。当然，今后开发的“极限机器人”还要采用更加进步的形式，那么这些先进的技术就显得更为重要了。

最重要的问题，可以说是这些技术的进步取决于以集成电路或大规模集成电路以及微型计算机等为代表的微电子学的发展。

四、“擦窗户机器人” 保证安全，不必担 心坠落事故

(1) 活跃在超高层大厦的机器人

东京新宿地区鳞次栉比地耸立着超高层大厦。在四、五十层这样高的大厦里进行擦窗户的作业，与过去相比完全变了样。

过去的方法是从楼顶上吊着救生网，并挂着吊筐，坐在吊筐里的人要费很大气力擦楼上的玻璃窗。然而，人在吊筐中一面摇晃一面擦窗户的方法，充其量只能擦到二十层楼。由于吊筐中的立脚点狭窄，工人们作业范围就受到限制。首先是大厦的清扫面积太大，给工人们带来了很大负担，在精疲力尽的情况下很容易发生坠落事故。对大厦的主人来说，清扫费用（劳动工资）的提高也是很伤脑筋的。

在新宿的超高层大厦群中，最高的大楼是二百三十米的

新宿中心大厦。从地面算起有五十四层建筑的同样大厦也不少。这些大厦都竖着五十四排窗户。在这些大厦中采用擦窗户的机器人，是从一九七九年十一月开始的。尽管大厦外墙制成具有砖色的独特形状，但在其屏风状的鼓起部分，从上到下装有引导机器人行动的轨道。

机器人的躯体（屋顶小车）设在楼顶上，其前部装有清扫装置。通过操作人员的控制，这种机器人便可沿着轨道下降或上升。

如果你从外面看一下擦窗户机器人的动作，便可发现它的动作是很迅速的。若是用手工擦窗上的玻璃，每块需要一分钟左右，可是采用机器人进行这项工作最多是二十秒到三十秒，一般不到半分钟。

实际上，即使从清扫费用来看，也是机器人比较便宜。据说新宿中心大厦如果利用人工擦窗户每月需要一百五十万日元的工钱，而利用机器人则只要四十万日元就够了。一般来说，购买和装设机器人的费用约需八千万日元。从表面上看这是一个较大的数字，但是如果考虑两种方式每月的差额，则成本很快就可以收回来。

（2）机器人也进入了中高层大厦

这种擦窗户的机器人，最近也活跃在中高层大厦中。

一九八二年春，丰田汽车公司在东京后乐园附近建成了一座丰田东京大厦。在这座大厦里，采用了完全无人化的“擦窗户机器人”。操纵人员只要按一下电钮，机器人就会进入自动运转状态，一次可清擦六层楼八十四个窗户的全部玻璃。包括供水、排水和升降的时间在内，仅用一个半小时。

“擦窗户机器人”是把人从高空危险作业中解放出来的

一种“防止劳动灾害的机器人”。

五、按照人体的某些部分或病人模型制成的“医疗福利机器人”

所谓“医疗福利机器人”，就是用来补充人体一部分功能，例如胳膊和手腕等的功能，或者用来照顾病人以及象引导盲人走路那种导盲犬式的机械。

在这里仅就目前实际应用的机器人介绍假肢和“患者机器人”。

(1) 利用声音或肌肉电流自由动作的“人造胳膊”

众所周知，人的胳膊、手和手指在生活或工作中起着很大作用，所以万一不幸失去其一部分或者全部，就会给人带来极大的不便。因此，以大学和国营研究机构为中心，许多部门都在积极研制人造胳膊和手，也就是通常所说的假肢。

例如一九八一年东京电机大学研制的全腕式电子手，其结构采用了最新的微电子技术，只要使用者按照自己意志说出让它如何动作，它就能毫无差错地完成这种动作。

这种电子手，当初本来是为畸形儿童研制的，但其他一些伤残人员也可以使用。手的材料采用的是质轻而且强度较大的碳纤维。开关是利用超大规模集成电路制成超小型的。把这种假手安装在畸形儿童的胳膊上，它就能记住五十多种简单的组合音(畸形儿童自己的哼唱声)，从而可进行巧妙的动作。

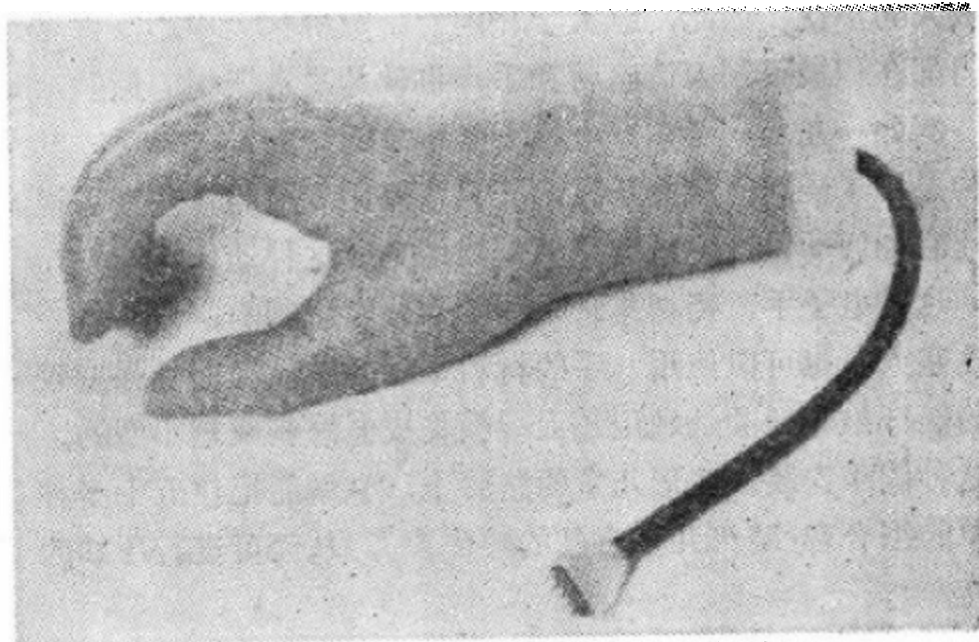
但是，每个人的情况不同，对于这种听到声音才能进行动作的假手来说，有的人还不习惯使用，也有的人不喜欢

它。因而东京电机大学又研制了一种利用肩功能的电子假手，可安装在伤残人员的身上使用。

最近，人造假手的研究开发，已经取得了惊人的进展。通产省工业技术院的机械研究所，已经研制出一种利用肌肉电流控制胳膊动作的“全胳膊假手”。这种假手已达到国际水平。

另外，在大学中还有东京大学工学院的舟久保熙康教授，正在研制全胳膊式的电子假手。还有早稻田大学工学院的加藤一郎教授，也在研制带有肩功能的假手“早稻田手”。这种假手采用液压驱动方式，具有七个自由度。它利用超小型的液压源和回转型执行机构，可进行相当高级的动作。

目前正在研究中的还有“肌肉电流假手”。这种手即使在伤残人员只剩下手腕子的情况下，也能使被切断手腕上残留的肌肉发生肌肉电流，使手腕和手指进行工作。真实情况



从手腕到手指完全再生的“肌肉电流假手”
(今仙电机制作所提供的照片)

请参阅上图。这种手又名“外姆手”。从外表上看和人手几乎没有两样，是利用非常精密的技术制成的。

关于假腿，目前正在国家或大学一级的科研机构中，研究用两条腿走路的“双足步行”机器人。假腿虽然还没有象假手那样普遍进入实用阶段，但可以预见最近即将出现不次于电子假手那种具有划时代意义的假腿。

此外，还有弥补心律不齐用的脉搏“起搏器”也已进入实用阶段，就连联邦德国前总理施密特，也把这种起搏器秘密地藏于胸中。还有人造透析机（人造肾脏装置）也是肾功能患者不可缺少的。会话辅助器（助听器）更是听力欠佳的人必备之物。如此等等，可以把它们看成福利机器人外围的“准机器人”。

（2）按照医疗情况模拟致人于“死”或“活”的“患者机器人”

所谓“患者机器人”，就是一种病人模型。这种机器人从皮肤的感觉能力到脉搏的跳动完全与人一模一样，利用人工方法使其处于活着或死去的状态，以便研究应该怎样进行急救医疗。

东京女子医科大学的樱井靖久教授和国防医科大学的菊地真教授等人研制的患者机器人“亚当三号”，完全和人一样。

在这种机器人身上，可以任意给定心律跳动、脉搏、呼吸、血压和瞳孔反射等指标。所以，在进行医疗训练时，首先将机器人的心脏活动状态和血压的高低等调整到和病人一样，然后再宛如正式演出似的进行急救医疗。

如果采取心脏按摩或人工呼吸等应急措施时，便可通过

检测仪器进行监视，并将其结果打印出来。若是急救成功，“患者机器人”就逐渐恢复正常的呼吸；相反，如果急救失败，“患者机器人”的瞳孔就张开，同时在监视器上也显示出“死亡”的标志。

另外，这种机器人也可以接受注射。在把注射药针打进机器人体内时，它就显示出对注射药剂有无变态反应。

这种机器人还具备颈动脉等的脉搏跳动、腹式呼吸和瞳孔大小等生物反应功能，从脸色、表情到皮肤的颜色完全和“人形机器人”一样。假如使这种机器人具有步行功能和声音功能，让它在街上行走，也许不会有人能把它从真人中间辨别出来。

人患有濒于死亡的重病时，当然在急救医疗上不能允许失败。从这个意义上来说，就应该对“患者机器人”的作用给予更高的评价。

六、代替护士的“看护机器人”和 代替盲人手杖的“导盲犬机器人”

医院的护士虽有“白衣天使”之美名，无论怎样疲劳也要以笑脸对待病人而不能表现出丝毫的厌倦情绪，但她们由于人少而忙得筋疲力尽。

另外，引导盲人走路的导盲犬，在日本也为数不多。要想所有的盲人普遍采用这种导盲犬，无论如何也是不可能的。

因此，人们希望机器人能起到一部分护士或导盲犬的作用。这里介绍一下这方面的机器人情况。

(1) 能代替护士工作而力气较大的“看护机器人^①”

参与护理病人的机器人叫做“看护机器人”。这种机器人是专为护理老人等行走不便的病人而研制的，它能把食物或饮料等送到患者的枕旁，供患者食用。

这种机器人的典型例子，就是一九八〇年九月由科学技术厅出钱，经东京大学工学院的舟久保教授研制的“护理机器人系统”。

这种护理病人的系统，是由整理架、小型运搬车、操作机和综合控制台等构成的。系统运行时，首先将患者专用的食品或生活用品装在整理架上，然后由小型运搬车将整理架运到患者近旁，再通过操作机（手腕式机器人）将运来的食品或饮料（如果汁等）从整理架上取下来送到患者的嘴里。综合控制台则是以无线方式通过指令信息控制上述一系列动作的装置。

这种系统的正式名称叫做“日常生活介助机器系统”，只要患者从映射在电视荧光屏上的菜单中选定自己爱好的饭菜，并通过声音或电钮发出指令，以后的事情就全部由机器人去做。

特别是操作机，按照工业机器人的分类属于多关节型的，也就是把它制成和人的一只胳膊类似的形状，在给患者送饮料等活动中，能以巧妙的角度和柔软的动作非常灵巧地将饮料送到病人的嘴边。

此外，还有专为不能走动的病人服务的“看护机器人”，这就是通产省机械技术研究所研制的名叫“梅尔昆库”的机

注^① 参与护理工作的机器人

器人，它能把病人抱进澡盆中为病人洗澡。

这是一种装有可移动台车和两个操作机的“自行作业机器人”，它有很大力气，能把体重八十公斤的病人轻轻地抱走。

要想把不能行动的病人抱进澡盆去洗澡，一般需要两名以上的护士或助理人员时刻不离左右地进行护理。而这种护理工作又是非常繁重的体力劳动，因此腰痛症经常成为这些护理人员的职业病。

负责研制“梅尔昆库”的中野柴二是机械技术研究所的机器人工业课课长，据他说“看护机器人是专为防止护士腰痛症而研制的……”。

根据预测，日本到二〇〇〇年，六十五岁以上的高龄者在全国人口中所占的比例将是六点四比一，也就是每六点四个人中就有一个高龄者，几乎达到现在的两倍。在这些高龄者中不能行动的老人总数，一九八一年约为五十一万人，到了二〇〇〇年将增加一倍左右。

对于这些人究竟应由谁来照顾？设法解决这个问题是极为重要的。恐怕现在，甚至到二十一世纪，社会上不能行动的大多数老人，他们生活的安排和照顾基本上都要由其家属亲自进行！

但在这种情况下，家属的负担相当重，如果考虑到参加护理人员的健康问题和被护理老人的具体情况，殷切希望利用科学技术的力量加以解决，亦即渴望有一种“柔软的机械（机器人）”参与护理工作。

（2）具有雷达系统的机械犬“导盲犬机器人”

最后，介绍一下导盲犬机器人的情况。

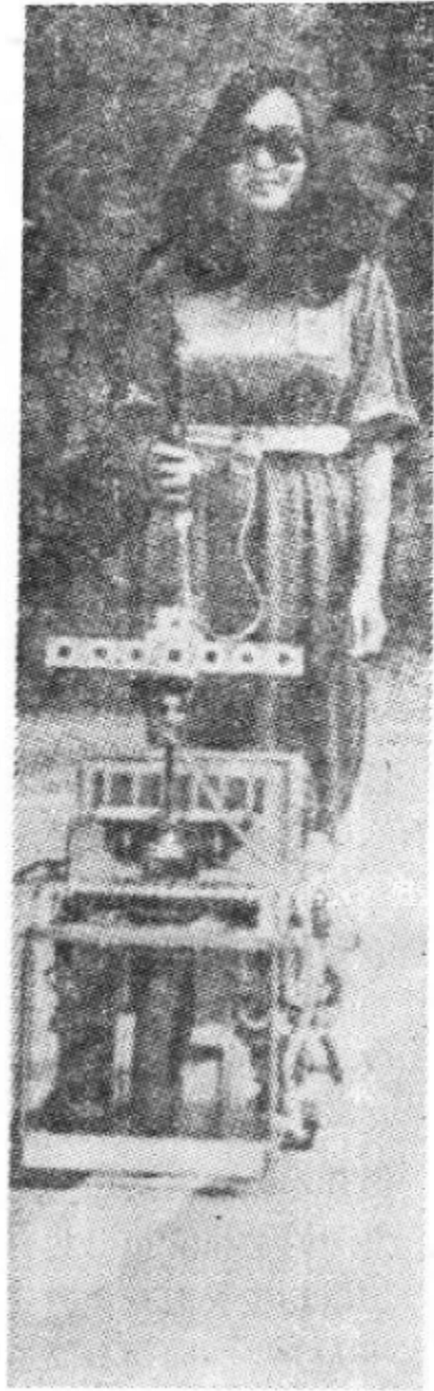
目前，日本眼睛失明的人数大约在四十万以上，而能引导这些盲人走路的导盲犬还不到二百只。仅有导盲犬虽然还不能全部解决盲人的行动问题，但是象人一样能告诉盲人前面有障碍物或将要发生危险等情况。除了导盲犬以外，难道就没有别的东西了吗？！

机械技术研究所研究成功名叫“梅尔德库”的“导盲犬机器人”。

这种机器人用三个车轮行走，在其前部装有能寻找道路痕迹的检测装置，在车身的正中还装有能发出超声波的雷达系统。这种超声波可扫描前方的障碍物，并通知随后就到的盲人，前面有危险。

另外，这种机器人尚待解决的问题是，机械本体部分较大以及可靠性需要提高等等。目前开发的导盲犬机器人只有一种类型，希望它能早日进入实用阶段。

最近，还在日文假名打字



导盲犬机器人

机上附加了盲文印字功能，研制成功一种有助于盲人识字的新颖打字机。这是新技术开发事业团，于一九八二年十月发表的新成果。它与普通打字机一样，只要按一下键盘上的键，便可同时打出日文假名和盲文文字，即使不认识盲文的人也能打出盲文文字，使用起来非常方便。

这种打字机虽然不能叫做机器人，但也可以说它是一种可与“导盲犬机器人”相匹敌的技术！因此，盲人利用这种打字机就能很快地打出普通的日文假名。从这个意义上来说，它完全可以算做福利机器人的“亲戚”。

七、解除消防队员危险的 “消防机器人”

这里暂且不谈一般的火警问题。当化学工厂、火药工厂或石油产品等发生火灾时，就会有爆炸、高温或有毒气体等发生。因此，消防队员必须认识这种危险的严重性。对此谁都会想到能否利用机械去承担那种危险作业的问题。我想这种梦想的机械，便是下面介绍的“消防机器人”。

(1) 现在还处于远距离操纵或遥控阶段的“消防机器人”

据日本政府消防厅一九八二年出版的《消防白皮书》记载：全国的消防队员总共有十二万三千二百零四人，一九八〇年因出动救火而死亡的就有二十六人，负伤者竟高达四千零三十人之多。即使是简单的计算，也可以说明每年大约在一百名消防队员中就有三人因救火而负伤。事实上，在消防队工作的人员中还有很大一部分是职员，这些人往往都在事

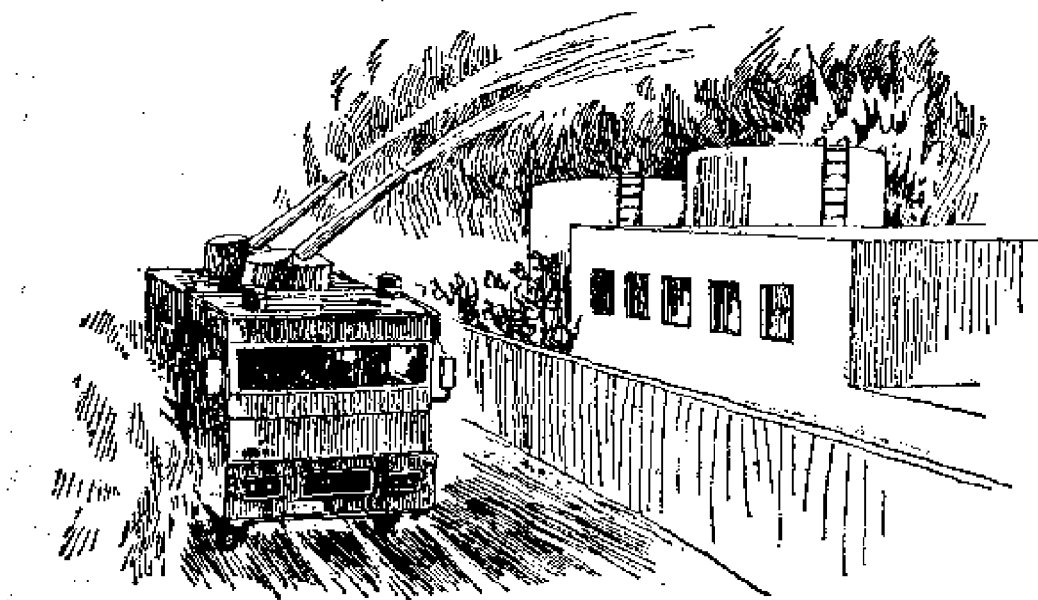
务部门工作，根本不到火灾现场去。所以，上面的数字表明，事故发生率是相当高的。

由此可见，把消防机器人及时送到危险程度如此之高的火灾现场去，乃是当务之急。我想今后这种机器人也将迅速得到普及。

在已经研制成功的消防机器人中，有神奈川大学研制的远距离操纵式“消防机器人”，以及东京消防厅消防科学研究所研制的“遥控消防车”等。

“遥控消防车”采用三轮车的形式，车中央设有喷水枪，消防队员可在车后操纵使之接近火灾现场。喷水角度或喷水量（灭火剂）可根据具体情况任意给定。

但是，这种消防车也还有一个很大难题没有解决，就是遥控车不能自由行走，必须有操作人员通过有线方式进行远



不怕高温和有毒气体的“消防机器人”

(注) 此图是配备在东京消防厅蒲田消防署的遥控式装甲化学车

距离操纵。

如果想在火灾现场能有使用方便的消防机械，仍然需要进一步研制新的“消防机器人”。

（2）“消防机器人”的研制

自治省消防厅通过消防研究所制订了从一九八三年开始研制“消防机器人”的计划。

研制计划有下列两个内容：

① 采用电子学等高度尖端技术，研制具有探测能力的“无人检索车”，用来探查可燃性气体等有无爆炸危险；

② 开发能根据温度情况自动喷水的“无人喷水枪”。

这项研制计划从一九八三年开始执行，用四年时间完成。首先生产试制品，然后反复进行各种测试和试验，确定实用的目标。

这种机器人使用最多的地方，大概就是石油化工联合企业发生较大火灾的现场。可以设想，如果发生象关东大地震那种震级的地震，恐怕从京滨（东京、横滨）到京叶（东京、千叶）这一带联合企业集中的地区，要遭受巨大的火灾。

到那时，消防队员所处的作业环境，大概不是笔墨和言词所能形容的，消防活动本身要经过很长时间，劳动强度也要超过肉体的极限。如果从这样的观点来考虑问题，研制消防机器人就是一项非常紧迫而又繁重的任务。消防队员的生命保护，总是与保护周围住宅或工作现场以及人们的安全联系在一起。因此，研制“消防机器人”已经到了迫不及待的时候了。

八、活跃在海底和山上的“捕鱼机器人” 和“爬树机器人”

众所周知，小型化的微型计算机与仅仅受点灰尘或烟雾影响就会产生误动作的非常敏感的计算机不同，内装这种微型计算机的机器人能在环境恶劣的条件下进行工作。所以，机器人的工作场所就不局限于工厂。无论在街道、大厦、家庭，还是在人们的社会生活中，都有机器人在默默无闻地工作着。

(1) 向“鱼竿垂钓”等传统方式挑战的“捕鱼机器人”

日本列岛周围海域盛产青花鱼(鲱鱼)，不少渔民都愿意捕这种鱼。捕鱼可以说是一种劳动强度很大的工作，因此，渔船上的船员数量很难得到保证，只好用“捕鱼机器人”加以补充。

这种机器人是神奈川县水产试验场研制的，这种捕鱼机器人也有叫做“假渔人”的。

“捕鱼机器人”已经进入试验阶段，最近由于修改渔业法暂时未能投入使用。但从发展上来看，不久将会出现象油船或集装箱船那样船员非常少的超级渔船，在这种船上将大量采用“捕鱼机器人”。

(2) 活跃在山上的“爬树机器人”

为了砍掉杉树或扁柏等下边的树枝，常常采用“爬树机器人”。一般来说，杉树或扁柏是一种纹理挺直而且没有疤节的木材，商品价值较高。因为这种木材往往用作住宅的栋

梁、立柱或天花板，是人们最常见的材料。特别是日本式住宅，采用没有疤节和纹理挺直的木材，非常受人欢迎。

但是，对于林业工人来说，要培育这种商品价值高的树木可不那么简单。在烈日炎炎的夏天要冒着酷暑去铲除树下的杂草，为了不长疤节还要在冬天不避严寒去砍掉无用的树枝。可以说这是一种典型的劳动密集型产业。

因此，出现了“爬树机器人”，代替一部分林业工人的劳动。过去必须让熟练工人去砍掉无用的树枝，今后这种作业将由“爬树机器人”来承担。

使用这种机器人时，一旦把它盘在树上便可自动往上爬，并自动地找到目标树枝把它砍掉。

目前，这种机器人都在从事砍伐树枝的作业。尽管在这方面实现了省力化，可是考虑到林业的现状，仍然缺乏年轻工人和熟练工人，所以还需要进一步改进结构和扩大功能，才能得到普遍推广。

第三章 今后研究开发的机器人

一、机器人开辟了人类不可能去的世界

机器人不断地利用人类的科学技术成就，一直在进化着。当然，这种“进化”之所以可能并非依靠什么神力，而是凭着人的智慧制造出来的。想用机器人制造机器人或者有一天机器人能用两条腿走路，在现阶段还是不可能的。

可是，如果以十年或二十年为单位考虑机器人的发展，大概就会有可能会制造出比现在先进得多的“自立型机器人”。

这种机器人，首先是头脑格外进步，能与人直接对话，还能举一反三地从一个事件联想到其他几种场面，也就是说具备能对某种事物进行分析和推理的功能。如果以人来比喻，这种机器人则意味着达到初中或高中毕业的知识与智能的水平。其次是机器人的动作和功能，也和人同样地具有柔性。在直线运动上可自由地进行笨拙的动作，而且具有温柔的性格。移动时，可用两条腿步行或者利用车轮行走，动作起来非常方便。

从外观上来看，也要比现在的机器人更加吸引人。目前有许多技术人员正在集中精力研制非常象人的机器人。

采用人造皮肤、内脏器官和特殊树脂等制成的安德罗伊德（Androyde）（拟人机器人），无论从什么地方来看，

都与人的相貌一样。

这种机器人都能做哪些工作呢？说起来，它的工作范围已经超出了工厂和办公室，而出现在社会生活中，或者在人们无法活动的场所从事艰难的工作。

例如，在海底或宇宙空间，即使是对人来说是最严酷的环境，机器人也毫不在乎，因为它毕竟是一种机械。所以，对于这些极地的开发，借助机器人之手是大有作为的。

当然，如果到了二十一世纪，正象我们现在这样的生活已经感到没有汽车或飞机就有困难似的，身边没有机器人就会感到不方便。因此一定会出现身边有机器人陪伴。

但是，机器人终究是一种机械，即使人们研究的课题是如何使用这种方便的自动机械，但也不应忽视基本上还是人扮演主要角色，机器人总是为人服务的。因此，我们不能忽视这个问题，而去热衷于发展“军事机器人”或者为军事目的服务的“太空机器人”和“海底机器人”办那样的蠢事！

二、为探索资源大显威力的 “海底机器人”

人类活动的场所，几乎是无孔不入的，甚至连黑暗的海底、高温高压的地壳深处，以及属于真空世界的宇宙空间，也都有人在那里进行各种各样的活动。

（1）大海是有待开发的资源宝库

在上述人类活动舞台上，海洋是与人们生活密切相关的一种场所。

关于捕鱼业，当然不用说了。除此之外，在海洋里还有

许多工作要做。例如：在海底开采石油；在浅海培育渔业资源，即制造“海洋牧场”，发展大规模的养殖业；利用潮汐、海流和波浪以及温差等建立发电系统；……。

另外，海水中还含有以铀为主的金属，现在已经开始执行提取这类金属并加以利用的计划。目前最有希望的海底资源，是尚未开发利用的海底石油、天然气和锰块等。

但在海水中尤其是深海，对于人来说决不是舒适的环境。大家都知道，在海水中每潜入十米就有一个大气压压在身上。人在海水中潜水一般最多不超过五十米（世界记录也不过八十六米），即使带上水下呼吸器潜到一百三十米的深处也是极限了。可是，如果超过一百米，太阳的光线和电波就不可能达到，那里是一片漆黑的世界。

人在这样危险的环境里工作，就必须进入保护器中，通过装在这种保护器外面的操作机达到目的，或者把能代替人进行工作的机器送下去执行既定的任务。

（2）“海底机器人”的构造和能力

能在海中工作的机器人，到底是什么样的形态呢？

在世界海洋中使用最多的机器人，就是被称之为 ROV (Remotely Operated Vehicle) 的遥控式机器人。这种机器人可大致分为两个品种：一种是从母船供给动力，再在母船和机器人之间通过传输信息和命令用的电缆连接起来的“有索式”遥控机器人；另一种是独立动作的“无索式”遥控机器人。

有索式遥控机器人还可以分为吊在母船上的拖航式机器人和脱离母船的自航式机器人，而自航式机器人又可分为游泳型和海底行走型的两种机器人。无索式遥控机器人，当然

是自航式的。

“ROV235”型机器人，迄今已有七十台问世，正活跃在世界各海域中。

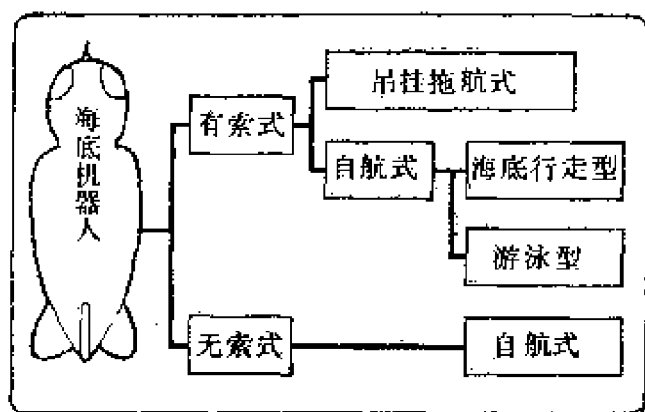
这种机器人除了能潜入深水两千米深处进行工作之外，其作业时间与有人潜水船相比也特别长。

(3) 新型“海底机器人”

日本最近研制出一种“有索、自航式海底遥控机器人”，能在海底自由行走。如小松制作所与本四联络桥公团共同研制的观察与记录海底情况用的机器人“利卡”，便是这种类型的机器人。

这种机器人的特点是具有八条腿，能在海中承受住高速潮流的冲击。腿的结构是四条一组，分为两组前后移动，而且动作时非常牢固。

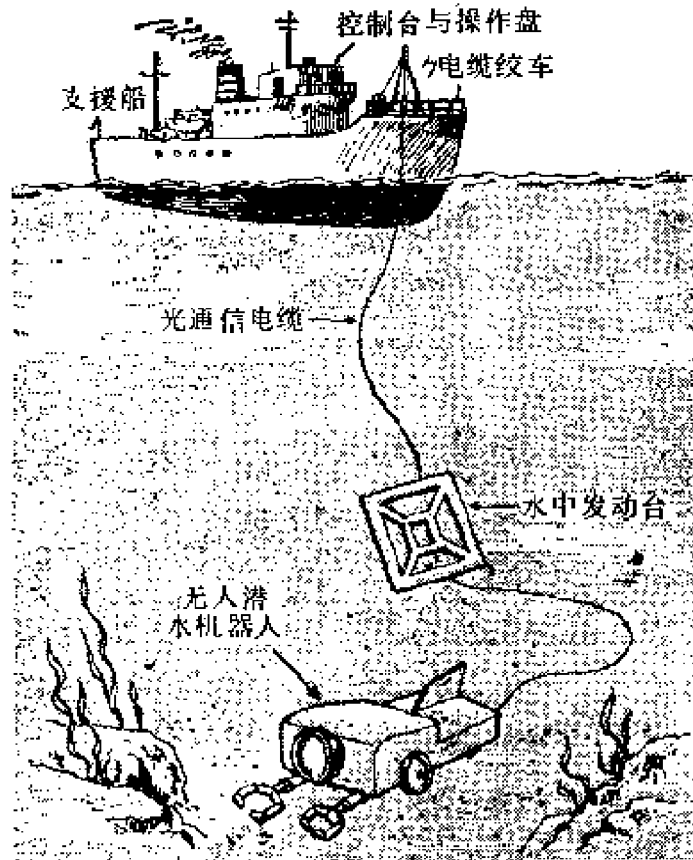
今后研制的海底机器人，将采用一些能进一步掌握深海情况的技术，以及能进行高速作业的技术。一九八二年十月完成的世界第一台“无人潜水机系统”，就采用了光导纤维通信技术，作为显示日本技术力量的典型产品，引起了世界



海底机器人的大致分类

人士的注目。

三菱重工业公司神户造船厂研制成的同样系统，是把光导纤维和动力线捆在一起制成电缆，从支援母船上延伸，首



海底机器人的作业状况

(注) 此图是想象出来的，是采用光导纤维通信电缆制作的“海底机器人系统”。这个系统是由支援船、无人潜水机器人和水中发射台等部分构成的。无人潜水机器人利用它所携带的电视摄像机构集海底情况，并通过光导纤维通信电缆将信息传输给支援船，支援船上的人根据接收荧光屏上反映出来的图象再给机器人发出动作指令。因此，较复杂的工作，它也能顺利完成。

先与水中的发射台相连接，再从发射台开始游泳的一种无人航行体，也就是采用光导纤维通信技术控制的机器人。

光导纤维通信电缆与铜制电缆相比，其输入损失少到百分之一。所以，即使在两千米以下的深海处，控制台上的屏幕图象也是非常清晰的，而且噪声很小。这种机器人在海水中或海底的作业效率是很高的。

海底机器人的作用很大，过去虽然只在开发海底石油方面做了一些工作，但是今后它将进一步活跃在深海中，例如进行锰块等的资源开发或兴建土木工程，并进一步参加海底城市的建设等等。

三、代替人在射线辐照环境下工作的 “核反应堆用机器人”

日本原子能发电站的装机容量，到一九八二年六月底已经发展到仅次于美国和法国而居于世界第三位。正在运转中的原子能发电设备共有二十五套，其发电量约占总发电量的百分之十八，成了代替石油能源的主要力量。原子能发电站的建设，经过长期的努力，现已推广到全国各地，取得了很大成就。

原子能发电对日本来说，除了水力发电之外，是一种非常宝贵的能源。

(1) 原子能发电站的作业尽量由机器人来承担

这种支持人民生活和生产活动的原子能发电站，当然要加速发展，但也不可避免地要同具有辐射能的危险物打交道。因此，为了确保在原子能发电站工作人员的身体健康和

防止给周围环境带来不良影响，发电站本身的建设采用了非常严密的结构。

一九七二年一月在法国发生的火箭炮弹攻击原子能发电站的“超级凤凰反应堆”事件，使世界上所有原子能发电站的人员受到很大冲击。但是，混凝土制成的建筑物在这种情况下纹丝未动，仅在其墙壁上留有微小的伤痕。

核反应堆作为一种工业设备，恐怕在安全措施或采用计算机控制方面可以说达到了最高水平。但是，即使在这样的环境里仍然有许多领域需要人去进行工作。这些工作如果没有人去，原子能发电站就不可能维持正常运行状态。

日本以法律形式规定原子能发电站每年必须停开一次核反应堆，定期进行检修。停止运行的时间最低也得一个月，如果检查或修理需要延长，也有停开几个月到半年的。

电力公司应该尽量使检修工作实现机械化，并提高其作业效率。与此同时，还要保证把技术工作者受射线辐照程度控制在最低水平。

达到这些目标的典型措施，就是采用一系列的机器人来代替人的工作。例如：采用“燃料自动交换装置”来搬出或搬入燃料棒；使配管焊接部分自动行走的“管子自动传送装置”；检查材料裂纹或内伤的“超声波自动探伤装置”；检查用于回收核反应堆内部发生庞大热量的蒸汽发生器焊接部分的“蒸汽发生器涡流探伤检查机器人”；还有“控制棒驱动机械（CRD）的自动交换机”等等。

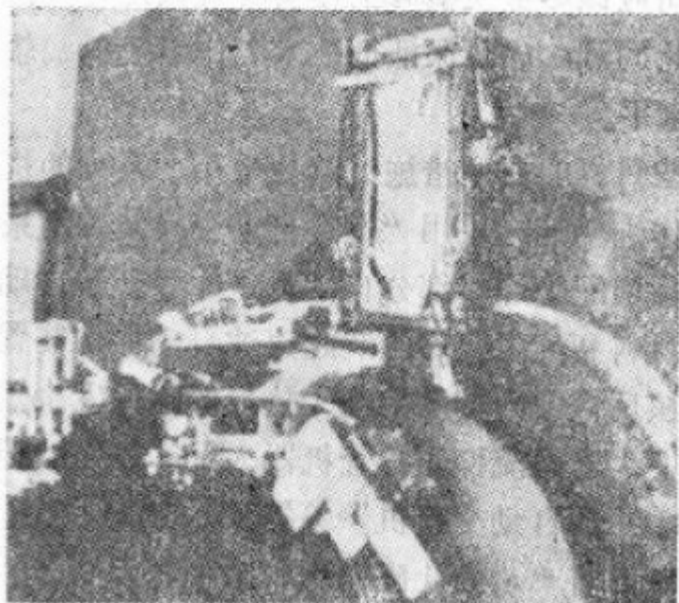
（2）研制用于检修故障的“极限机器人”

采用上述机器人的目的，固然是为了确保工作人员的安全，但问题是在核反应堆运行中发生某种事故或故障时，将

如何对其现场进行调查以及怎样进行修复？因此，必须在发生事故之前就设法查明可疑状态，并采取相应措施防止事故的发生。

面对这种情况，不仅电力公司要做出努力，就连推进原子能发电的政府机关，也要组织有关部门着手研制能在核反应堆运行中进行检修的“检修机器人”，或者能够修复简单故障的“检修机器人”。

通产省一九八三年制订的大型研制计划，就规定了研制“极限作业机器人”的新课题。计划研制的新型机器人，不仅能在原子能利用方面取代人的工作，而且能在宇宙空间、海洋、地下和灾害场所等对人非常危险的地方进行工作，其活动能力在恶劣的环境中将会远远超过人。



利用“核反应堆机器人”处理放射性物质
(石川岛播磨重工业公司提供的照片)

这种机器人除了有两只手和两条以上的腿，能够自由移动和旋转外，还具有视觉、听觉和触觉等感觉器官，并具有独立判断的功能，对于弯路和台阶等都能自由行走，即使前面有障碍物也能自动绕过去避免发生碰撞。总之，它能在任何方向上顺利地移动。

这就是投资一百五十到二百亿日元经过七、八年时间才研制出来的“极限机器人”的形象。如果再经过努力就一定能够研制成象“铁臂阿童木”那样的拟人型机器人了。

四、象征机器人未来的“太空机器人”

被称之为“广阔海洋”的宇宙空间，是人类很久以前就在探索的“世界”。仅从无数星光照耀在夜空这样一个景象来看，宇宙空间就是一种神秘的存在。因此说宇宙空间是给人类留下的“最后一种未开垦地”也是理所当然的。

(1) 宇宙飞船开辟了通往宇宙开发之路

虽然说宇宙空间是一个未开垦地，可是象宇宙空间那样的“荒野”，并不那么简单地允许人类进去。因为无论怎么说，在真空、失重、陨石和辐射线等存在的环境中，如果没有保护人身安全的宇宙服和作为交通工具的宇宙飞船，人在那里就连一秒钟也不能生存，而且也是不可能到那里去的。

象在科学幻想小说或电影中看到的那样，要使宇宙空间成为人类可以自由活动的舞台，还要解决许多复杂的技术问题，才能得以逐步实现。

但是，现在已经迎来了宇宙开发的新阶段。因为无论在商业方面还是在科学技术或军事方面，在利用宇宙空间上都

取得了惊人的进展，定期航行于宇宙空间的“宇宙飞船”业已进入实用阶段。

例如，宇宙空间有失重、真空和无菌等特殊条件，如果在那里制造药品，就可以得到比在地球上制造同样药品高得多的纯度。

象半导体的高纯度单晶硅和比铜坚固多少倍的超级合金等，在地球上无法得到的新材料，也能在宇宙空间制造出来。

要进行这样的活动仍然需要有机机械的支持，也就是要有“太空机器人”。研制这种机器人的方针，首先应该考虑安全措施，然后再去考虑全部费用。

（2）太空机器人的形象

今后在宇宙空间建设宇宙站或宇宙月台时，无论如何也要有“装配机器人”来代替人的工作。也就是说，能够载人的“装配机器人”会起到很大作用。

宇宙飞船每飞行一次可以运载三十吨货物，而今后还要开发更加大型的宇宙飞船，以便向宇宙空间不断地运送建造宇宙站所需的建筑材料。

把这些材料拼凑起来进行装配的工作，仍然要依靠这样一些机器人去完成。美国的宇宙开发计划“空间殖民地计划”规定，要在围绕地球的轨道上建造“浮动岛”。可以预料，等到这个岛建成时，能在失重环境中进行劳动的，大概就是具有几只细长胳膊的太空机器人吧！

另外，还有各种形态的“太空机器人”即将出现。例如：在陈旧卫星重返大气层之前，将该卫星收回或进行分解的“卫星型机器人”；将发生故障的卫星收回到宇宙飞船中

进行维修的“修理型机器人”；在载人宇宙飞船发生事故时，能帮助宇航员返回地球的“绕地球旋转的机器人”，等等。

关于太空机器人的形象，除了上述的例子以外，还可根据电影《二〇〇一年宇宙旅行》中出现的、巨大宇宙飞船所具有的人工智能太空机器人“发现者1号”或行星无人探测机“航行者2号”等想像出来。

特别是“航行者2号”将于一九八六年接近天王星，于一九八九年接近海王星，并将这两个星球的照片传送到地球



太空机器人大显身手的日子不远了
(利用机器人建设太空基地的构想图)
(宇宙开发事业团提供的照片)

上。然后，还要飞出太阳系在无限的宇宙空间旅行。

这样的无人探测机也可以看作是一种机器人，但是它与人的短暂一生相比，寿命是相当长的，而且能够不断地进行工作。

宇宙空间这个“新开垦地”是没有边际的，而“太空机器人”将会体验到究竟遇到哪些“未知因素”。

五、矿井发生塌陷事故时保护人身安全的“矿井机器人”

(1) “矿井机器人”化是一个重要课题

日本与美国或澳大利亚等国能开采露天矿的大陆国家不同，只能利用其狭窄地形象网眼那样开采矿山，掘进边际甚至达到海平面以下一千多米的深处。在这样深的地下采掘煤炭或矿石是相当艰难的。

如果到了地下一千米的深处，来自周围的压力就是不可想象的。

在这样深处不仅有压力问题，如果是煤矿还会有甲烷等气体突然喷射出来，或者由于地壳变动而引起断层的急剧错动，即所谓“山崩”的问题。

在仅有一点点光线的黑暗现场采掘煤炭或在坑道里运煤的中途，如果发生这样事故就到了临死关头。几乎在所有这种事故的场合都将被夺去生命，甚至连遗体都找不回来。

即使在这种环境里体验一天生活的人，也会大大改变其人生观和职业观，从而认识到自己是在生与死的极限交界处进行工作的。

那么，采煤现场的机械化和机器人化究竟进展到了什么程度呢？

实际上，除了搬运设备之外，机械化如此落后的现场是没有的。

日本煤矿的特点是，甲烷气多，温度高，煤层不够平坦，倾斜煤层较多。

因此，在采煤现场利用人工作业的比例无论如何要大些，可是以北炭夕张煤矿的大事故为转机，逐渐实现了机械化和机器人化。例如，三井煤炭公司的三池煤矿，已经开始采用了名叫鼓形铣刀的遥控式“自动采掘机”。利用这种机械可实现自动化采煤，操作工人在离开煤层二十米到三十米处进行遥控，能比过去那种由人拿着冲击式钻机（凿岩机）切割煤层的效率高得多。

另一方面，正在研制一种新型传感器，利用它可提高设在井下的电视摄像机的性能，以便连续监视采煤状态，或者及早读出断层或岩石硬度等的变化状况。其中，防止甲烷气突发事件的传感器，能及时发现这种气体喷射之前发生的岩石破裂声的频率。为了消除甲烷气和有效地进行掘进，煤炭研究所正在把这种传感器和遥控化的钻孔技术结合起来加以研究，并抓紧在实际中推广应用。

（2）几年之内可制成“凿岩机器人”

今后研制的“矿井机器人”将是何种形状和具有什么样的功能呢？

在这里介绍一下日本工业机器人协会一九八二年五月发表的“全自动采矿系统”的组成部分“凿岩机器人”。

小型轻量的“凿岩机器人”也是一种小型系统，在具有

七个自由度的操作机尖端装有冲击式钻机，钻孔时把机器人本体固定起来，只用操作机的动作把推力加上去，便可将孔钻到一定深度。

这种机器人的结构比较复杂，是由撞锤、操作机、行走、控制、动力、激光射束、监视和操纵等八个部分构成的。

操作机的长度为一点八米。如果人在远处操纵，操作机便可模仿人的胳膊动作进行工作。激光射束用来决定钻孔的正确位置。动力当然是靠压缩空气获得的。

为了使这样的总体设计早日具体化，日本矿业协会已经开始进行了基本设计。如果进展顺利的话，可望在几年之内看到具有多关节胳膊而且能行走的几乎与人同样大小的“凿岩机器人”。

但是，这种机器人仍然不能不使用电。如果使用电，万一发生气体爆炸，就会造成不堪设想的后果。

“矿井机器人”是装在采掘机端部代替人进行工作的，要研制和应用这种机器人，还有许多技术问题摆在我们面前需要解决。

六、“事务处理机器人”

(1) 今后的事务革命不是当前办公室自动化(OA)所能比拟的

除了有这样的思想准备之外，还要看到最近正在迅速普及事务处理机械。这种办公室自动化可以说已经构成了公司或工厂等办公部门合理化的一种强有力的手段。

现在所谓办公室自动化的“三种神器”，就是微型计算机（事务计算机）、字处理机（文件制成机）和传真机（复印机）。今后还会出现更加先进的事务处理机。

到了那个时候，即使是老练事务人员的工作效率也很难赶上机械。

（2）今后的“事务处理机器人”

在今后的机器人中，有一种“事务处理机器人”必然要出现。

尽管目前还停留在构思阶段，但已有两台“事务处理机器人”活跃在办公室里。它们都具有多关节型的胳膊，当放在指定位置上的文件被滚轮送到它面前时，它的手爪便轻轻抓住文件，接着把它放进文件筐中，或者写上几个字等候批示。经过批阅的文件再由机械手抓住，转送到“已批阅”的文件筐中。

根据情况，还可采用装有视觉传感器的机器人，以提高其文件处理能力。这种机器人可进行文件的分类与传送，还可往帐票上记入数据或从帐票上读出数据，在文件上盖章，把文件装入信封中封好，最后装到文件袋里。它与女职员或一般“白领”们几乎具有同等的能力。

如果将来公司经理大量采用“事务处理机器人”，让它们和人并肩工作，来比试效率的高低，大概会有什么样的结果呢？

在办公室里采用“事务处理机器人”时，剩下的办事人员也许只能是为数不多的业务尖子。

七、从“军事机器人” 看人与机器人的关系

战争的形态，在远古时代曾以弓箭和长矛为中心，可是随着文明的进步逐渐出现了以钢铁等金属材料制造的兵器。

(1) 导弹的能力与机器人

例如导弹，在一九八二年的马尔维纳群岛纠纷中，阿根廷用法国制造的飞鱼式导弹，一下子就把英国最新式的驱逐舰击沉了。这种导弹好像有人驾驶似的，直至达到最终目标都能以极高的水准运行，命中率极高。这是非常值得注目的。

就是说，这些导弹掌握了基本上与机器人以及机器人技术同等程度的功能。

进行装配作业的“智能机器人”，通过视觉传感器或触觉传感器，将从外部获得的信息传输到信息处理装置中，准确地加以识别和判断，接着将需要装配的零部件放在指定的位置或搬运到其它地方去。

带有导航系统的无人驾驶武器，在发射之后也是通过无线电波掌握瞬时变化的外部信息，同时确认自身在空间所处的位置，然后便可击中唯一目标的敌舰（或敌机、敌导弹等）。

(2) 不希望搞无人武器和进行战争

这种无人武器的研究开发，究竟会进展到什么地步？是人们普遍关心的一个问题。

是否要把战车、舰艇、轰炸机和战斗机等都加以无人化，或者把它们变成无人操纵的呢？代替士兵的军事机器人大概

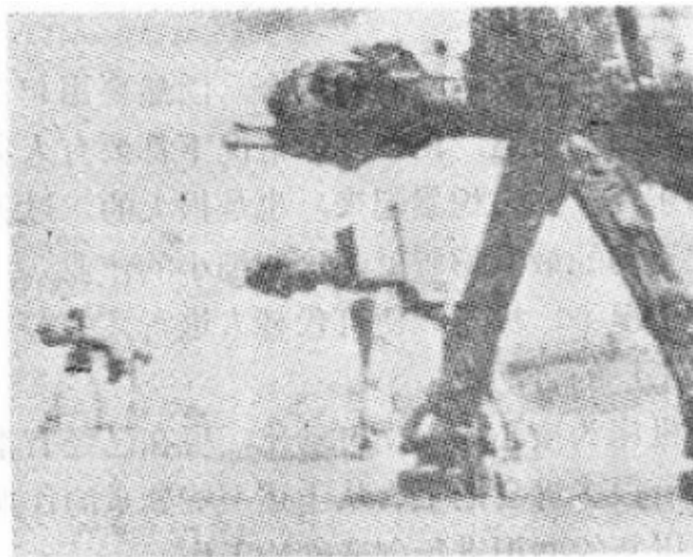
也要出来代替军队进行战争吗?!

与科学幻想小说世界中大致相同的事情，正在现实世界里发生这样一种感觉，不仅是作者有，就连广大读者恐怕也不是没有的吧!

把机器人用于军事目的，并不仅仅是攻击型武器。用于处理未爆炸的炸弹和排除地雷等以确保周围环境安全的机器人即将问世。这种机器人已经列为“防灾机器人”的一种。

研制机器人的目的，本来是让它起人的作用。最基本的目的乃是和平利用。

将来，如果出现威胁人类生存的“军事机器人”，并把它用于战略和战术两个方面，我们就要再一次大声疾呼阿西莫夫提出的“机器人学三定律”。



使用机器人的战争发生了吗?
(照片来源:电影《星球大战》)

第四章 活跃在工厂中的机器人

一、从繁杂劳动中把人解放出来的机器人

工厂中的机器人究竟能代替人进行哪些工作呢？

一般说来，工厂里最多的工作，就是材料和产品的装卸与搬运，以及往机械上装卡工件或把它取下来这样一些简单的作业。但是，这些简单工作却包含着很难的因素，过去一直未能采用机械。

在处理大型重物或危险品的场合，固然要用起重机或专用机械进行装卸与搬运，但在多数情况下都要有人参加。即使是很小的东西，如果积累起来，也是很大的。过去，工厂开展合理化运动的最大障碍就是这些细小的作业。

在这种情况下，机器人便可代替人进行某些装卸作业，进一步推进工厂的自动化。

以数控机床为核心的工厂自动化，现在已经有很大的进展，因而会有很多机会把工人从上述一些繁重的作业中解放出来，使之以新的知识进行创造性的工作。

那么，有哪些产业能使用机器人？而这些机器人又都是什么样的呢？

首先，采用机器人最多的部门是塑料制品工业。在这些企业里，主要是把机器人安装在喷射成形机或挤压成形机

上，用来取出成形的产品。

在汽车工业方面，主要是利用“点焊机器人”或“喷漆机器人”，在车身装配工序中进行局部的工作。当然，汽车工业是机器人的最大用户。

最近，在电机行业大量采用了机器人，用它将晶体管、集成电路、大规模集成电路和微型计算机等安装在印刷电路板上进行布线这样的连线作业。

在这里使用的机器人是带有视觉传感器的智能机器人。

所谓金属加工业，主要是以机床制造厂为中心的机械制造业。机床最近发展得很快，在技术方面取得了飞跃的进步。数控机床的年产量已经达到机床年总产量的半数以上。但在工件装卡和取出方面的自动化则比较落后，因此在实际工作中已经不断地采用能够进行装卡和取出作业的机器人了。

金属制品工业主要指的是压力加工工业。在压力加工工厂里采用机器人，将已经剪断和折弯的工件从机械上自动地取出来。

下面就来看一下工厂中使用机器人取得的效果。

二、塑料成形和压铸作业不可缺少的 “取件机器人”

工厂中使用的机器人是多种多样的。这里首先介绍能将熔化的塑料或金属放进成形机的模具里，并于成形后把制品取出来的机器人。

(1) 代替被高温和臭气包围的恶劣作业

随着石油化学工业的发展，在人们生活中出现了形形色色的塑料制品。

例如电视机、收音机、电冰箱、空调机、电风扇、餐具、家具和照明器具，甚至汽车、摩托车等等，已经很难看到一点也不采用塑料的产品了。

但是，要想很好地使用这种方便的材料，还必须采用非常麻烦的制造程序。例如，在制造收录机的外壳时，需要首先将塑料加热到二百至三百摄氏度，使其熔化之后再喷射到金属模具中进行成形。

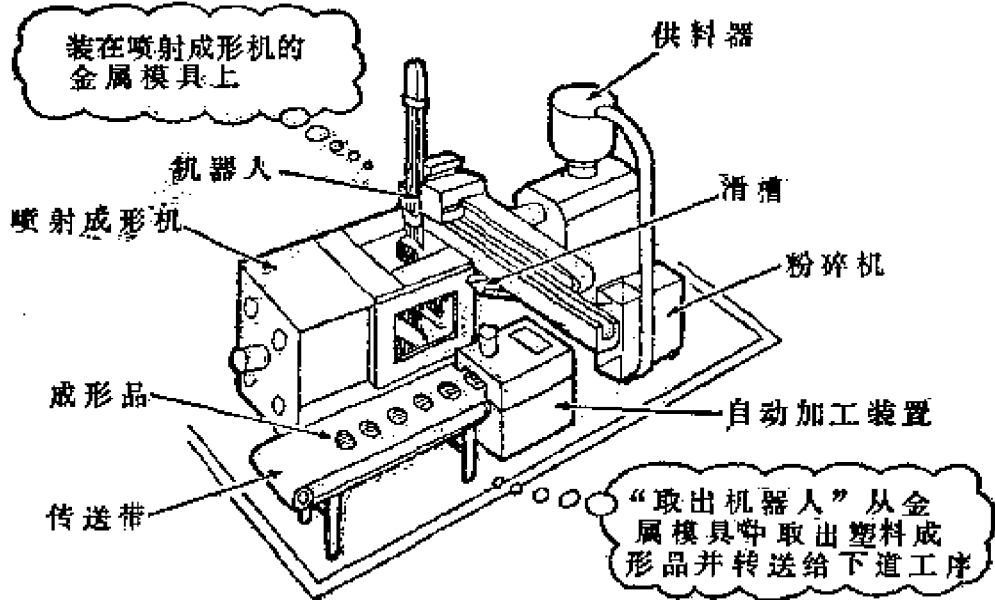
要将这种带高温和臭气的制品从金属模具中取出来，操作人员就必须在比其周围环境高十几摄氏度的厂房中汗流浹背地进行工作。而且，如果工人累得够呛，要求马上停机休息，则有可能发生模具温度下降或熔化的树脂过热等问题，重新开机后将会出现大量的不良品。因此，大型的塑料制品成形工厂，往往采取二十四小时连续作业的体制。在这种情况下，职工的出勤就要采用三班制。

因为每个塑料制品的价格较低，所以如果不以月产数万个为单位组织大批量生产，在经济上就不合算。这种生产方式也可以说是简单作业，但在不注意质量管理和经常发生不良品、而且作业环境又非常不好的车间里进行工作，对于老工人来说虽然是习以为常的事，而青年工人则往往不愿意在这种环境下工作。

解决这个问题的重要方法，就是采用工业机器人。但这样做了以后，车间又将发生什么样的变化呢？例如，某一塑料成形工厂采用十台“取件机器人”，用于从模具中取出成形品。其结果，本来是三班制连续作业共需三十名工人的车

间，只要六名工人就够了。

采用机器人以后，产品质量稳定了，不良品率也降低，在省资源和省能源方面收到了很大效果。



不怕高温和臭气的“取件机器人”

(2) 金属成形过程也采用“取件机器人”

压铸作业的环境比塑料成形更为恶劣。

所谓压铸 (die-casting) 就是die(模具)和casting (铸件) 的合成语，亦即“将金属熔化后加上压力，注入金属模具中进行成形的方法”。压铸使用的金属多为锌、铝等。

可是这些金属的熔化温度都比较高，锌大约在五百摄氏度、铝大约在七百摄氏度才能熔化。由于高温、灰尘和臭气等都超过了塑料成形的环境标准，所以工人们早就希望引进能取出压铸制品的“取件机器人”。

现在将“取件机器人”装在压铸机的上部，与其周围装置形成一个整体进行运转。它与“塑料成形制品取件机器

人”一样能在恶劣的环境下工作，工人们不必在那样恶劣环境中直接进行连续作业。在这方面可以说恢复了人的尊严，同时也提高了生产率，取得很大经济效果。

可以预料，今后将在这样的环境中大量采用机器人。

三、负责高炉或电炉炉前作业的 “劳动力”

一般说来，在现有工厂中最恶劣的工作，就是炉前作业。在这种环境里有高温、粉尘、毒气、爆炸和过重的体力劳动等许多影响人体健康的因素。

(1) 从高度危险的作业中把人解放出来

例如在冶炼碳化物的电炉中，必须使炉温升高到二千五百摄氏度，才能使碳化物熔化。因此，工人们取出碳化物和封闭炉口的作业，就是一种非常艰苦的劳动。

电炉周围是难以想象的高温地区，而且粉尘较多，发生烧伤的可能性也较大，一时不注意就会引起大事故，这是一种非常恶劣的作业环境。为此，这种工作就不能让不熟练的工人去做，而应该选拔几名有几十年经验的熟练工人去做，才能取得较好的效果。

在这种情况下，将会逐步采用机器人取代工人的艰苦劳动。譬如采用有人驾驶的自走型操作机，结果不仅减少了工伤事故，而且也进一步提高了作业效率。

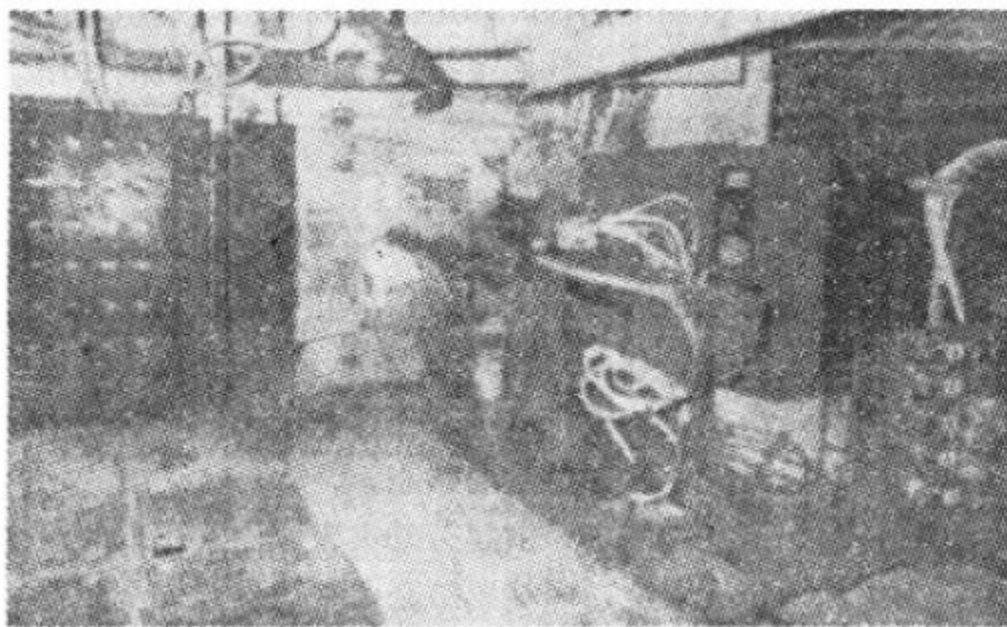
(2) 操纵操作机的手动方式

这种机器人的作业内容是协助人出铁水或出钢水，是由一个人驾驶进行一系列作业的。

实际的工作是开炉出铁水（熔化的材料），无论是打开口（取出作业）还是堵上出口（封闭作业），都要用三到五米长的铁棒进行。而这种铁棒又有适合各种作业的不同规格，必须一面交换一面使用。

取出或封闭作业所需的撞击力是很大的，这种力通过操纵杆作用在出铁口上，同时也原封不动地把反作用力作用于操作者。于是，就会有这样的感觉：好象没有把作业委托给机器去做，而是自己拿着铁棒去进行作业似的一样吃力。

关于操作机是否可以叫做机器人的问题，尽管还有讨论的余地，但毫无疑问它能把工人们从危险作业中解放出来。从这一点来看，的确起到了机器人的作用。



在难以想象的高温下进行工作的“劳动力”
(大同特殊钢厂提供的照片)

四、进行模压、冲裁和弯曲等作业的“冲压机器人”

在车间里因工作负伤、生病或死亡等而造成的劳动灾害通称为“劳灾”。这种灾害于一九六一年达到了高峰，以后逐年减少。即使这样，现在每年还有一百万人左右发生伤亡事故。

据劳动省的调查，一九八一年因“劳灾”而休息四个月以上的就有三十一万二千八百四十四人。按比例计算每一千人中就有八点三人受灾。

另外，按行业来看，“劳灾”的情况也是很严重的，制造业有九万八千五百四十八件，其中压力机和剪切机引起的“劳灾”约六千四百四十五件。操纵压力机或剪切机的冲压作业，可以说是最容易引起“劳灾”的一个工种。

(1) 比邻危险的冲压工序

冲压作业由于工件大小、坯料切断难易程度和产量变化等生产条件不同而有很大变化。到冲压车间一看就会明白：如果是大型压力机就是在五百吨到八百吨这样的高压力下进行作业，即使是小型压力机也有加工速度快或工件形状变换频繁等问题，总是处于比邻危险的状态。

在这种情况下，当然容易引起劳动灾害。国家采取的对策是，为了保证作业安全，固然要给企业下达设置安全装置的任务，但在车间从事劳动的工人为了提高作业效率，或者由于习惯的原因，经常把安全装置取下来进行工作。

这样一来，在无意之中就发生了事故。如果采用“冲压

机器人”，则这样一类事故就完全可以避免了。

(2) 冲压机器人也能供给和取出工件

“冲压机器人”是用来自动供给工件（薄钢板或不锈钢板等）并在冲压结束后取出工件的一种机械。也是“取件机器人”与冲压机械配合起来工作的一种机械。

形状复杂的产品，需要经过几道冲压工序才能完成时，就要在冲压机械和“冲压机器人”之间设置“搬运机器人”，同时还要设定与冲压机械加工速度合拍的生产周期。作业程序应该是将板材切断以后进行挤压、冲裁和弯曲等的流水作业。

另外，一台大型压力机通常需要配备三、四个工人，从供给毛坯到取出工件，都要按照设定的时间进行工作，如果使用机器人，就能按照时间比例完成一定数量的生产任务。

因此，过去非常困难的计划生产，有了机器人后便可顺利地实现了。这样，便可省去一台压力机需要配备的三、四名工人，而且生产能力还会有所提高，事故或废品也会减少。因此，“压力机器人”的效果是无法估量的。

在冲压加工中使用的机器人，一般都是固定顺序的机器人。

五、承担焊接任务的“点焊机器人” 和“弧焊机器人”

无论是什么样的街道工厂，只要在那里制作机器零件，就一定有焊接作业。

这种焊接作业，一般可分为点焊和弧焊两大类。

关于点焊，顾名思义就是在某些固定的点上进行的焊接作业。典型例子有汽车车身装配工序的焊接。而弧焊则是在阴阳两极之间或电极（阳极与阴极）与工件（工作物）之间进行电弧放电，通过其热量把金属焊接起来。这种焊接方式适用于大型构件的焊接，典型例子有造船或桥梁等的焊接作业。可是最近也大量用于各种机械产品和小型金属制品的焊接加工。那么，在焊接作业中采用机器人的理由，大体上有哪些呢？

（1）对人过于恶劣的作业

这种焊接作业，也是在相当严峻的作业环境里进行的体力劳动。

首先是点焊，要在焊接工件规定的位置准确地打上焊点，而且一般的场合都纳入流水作业线中，对于一个接一个流过来的工件，必须接连不断地往上打焊点。

如果焊接工人有点伤风感冒或者夜间醉酒身体不适，发生了忘记在重要部分打焊点或者打的焊点位置不正确等的故障，这个焊件就是废品。

从体力劳动方面来说，焊接装置（焊枪）一般都有五、六公斤重，而且附近还有较大的变压器要用很粗的电缆与焊枪连接起来，给工人造成很大的负担和压力。

还有，弧焊是利用放电产生的热能进行焊接的，因而附近除了有电弧热以外，还充满着二氧化碳和臭氧气体等。即使已经习惯于焊接车间气氛的工人也会感到喘不过气来，而焊接工人又总是带着面具进行工作的，可见劳动条件相当不好。在这种情况下，工人们就不能很好休息，根本谈不上提高效率的问题。从这方面来看，要求实现焊接作业自动化和

采用机器人来解除工人的痛苦，是理所当然的。

关于焊接自动化的问题，在出现机器人之前就研制成焊接专用机。这种专用机虽然现在仍有很多需要，但它的作业范围较窄，只能在限定的范畴里进行焊接。例如，它的约束条件是焊接场所固定，而且焊接作业比较简单。

(2) 汽车工业率先采用焊接机器人

这种“焊接机器人”是汽车工业最先采用的，后来就变成汽车改型时必不可少的东西了。随着产品更新（改型），往往需要大量的设备投资，有时甚至多达几百亿日元。

点焊在车身装配工序中占有相当大的比重，如果按照两三年的周期进行一次汽车改型，就要将焊接专用机报废，投资效率就会大大下降。

汽车工业为了便于改变焊接部位并且能适应改型的需要，而采用“焊接机器人”，说起来也是必然的结果。

当然，与其它行业一样，汽车工业也有焊接工人高龄化问题，以及熟练焊接工人不足、工资上升和劳动灾害等问题。为了解决这些问题而采用机器人，并让它们活跃在车间里也是事实。为了能在“世界小型汽车竞争”中渡过艰苦的岁月，采用机器人并提高其利用技术，也的确是理所当然的。

(3) 焊接作业有百分之八十以上实现了自动化

汽车工业采用“点焊机器人”，实际上到底取得多大效果？下面就以主要汽车制造厂为例来看一下吧！

汽车车身基本上都是由薄钢板的冲压成形品构成的。这种大小不同的成形品合起来约有三、四百件，都要以点焊方式连接在一起，因此其焊接点数多达三千五百多个。



活跃在汽车工厂的“点焊机器人”
(FANUC公司提供的照片)

在汽车制造最终阶段的总装配线上采用“点焊机器人”，目的是增强这部分的装配力量。

过去在焊接工序上进行作业的，全部是焊接工人，而在采用机器人之后就开始实现了自动化，不仅生产效率有了很大提高，而且质量管理也有较大的进步。机器人在这两方面都是有功绩的。

日本最大的汽车制造厂——丰田汽车公司，到一九八二年上半年为止，大约引进了八百台机器人，而其中百分之八十以上是“点焊机器人”。该公司新建的田原第二工厂，就有八十多台“点焊机器人”活跃在装配线上，约有百分之九十的点焊作业实现了自动化。

日产汽车公司是在汽车工业中最先引进机器人的企业，到一九八一年底已经引进了七百三十台机器人。该公司的座间工厂就有一百多台机器人进行七、八年的点焊作业了，焊接的自动化率已经达到百分之九十七。

一九八二年十月东洋工业公司投资三百五十亿日元建成的防府工厂，引进了一百一十五台“焊接机器人”，使其新型FF（前部发动机、前轮驱动）汽车“卡佩拉（Capella）”的月产量达到两万辆。焊接自动化率提高到百分之八十八，生产率也提高到过去老厂的两倍。

汽车工厂引进“点焊机器人”的结果，可在同一条生产线上生产多种汽车，实现“多种汽车混合装配线”的自动化。

另外，一台机器人不只使用一个焊枪，也有使用五、六个焊枪的“多臂机器人”，进行同时多点焊接，进一步提高了生产率。

六、“喷漆机器人”能在形状复杂的表面喷涂色调均匀的产品

喷漆作业，一般都是把涂料和有机溶剂混合起来，用喷雾器喷涂在对象物上。如果是涂装作业，则可用刷子将上述的混合涂料涂在对象物上。

还有象在汽车工厂经常看到的那样，把车身浸泡在装满涂料的大型槽中进行油漆的方法。日本人把这种方法比喻为“用米糠酱腌咸菜”。

（1）只有熟练工人才能做的工作

这样的喷漆（涂装）作业有很大危险性，比如溶剂引起的中毒和粉末喷涂引起的矽肺病等，都对人体健康有很大的危害。

另外，除了涂料或溶剂的调制以外，涂漆工作本身是很

难的，涂漆工人经验的多少在很大程度上决定着涂漆的质量。对于熟练工人和非熟练工人来说，由于他们的经验不同，在涂漆不良品率上是有很大区别的，涂膜的适当厚度也有同样的问题。

可是，要把涂漆工人培养成为熟练工人，最低也要花上几年时间，这也说明在作业环境恶劣的条件下，要培养科学技术水平较高的熟练工人，是一件很难的事。

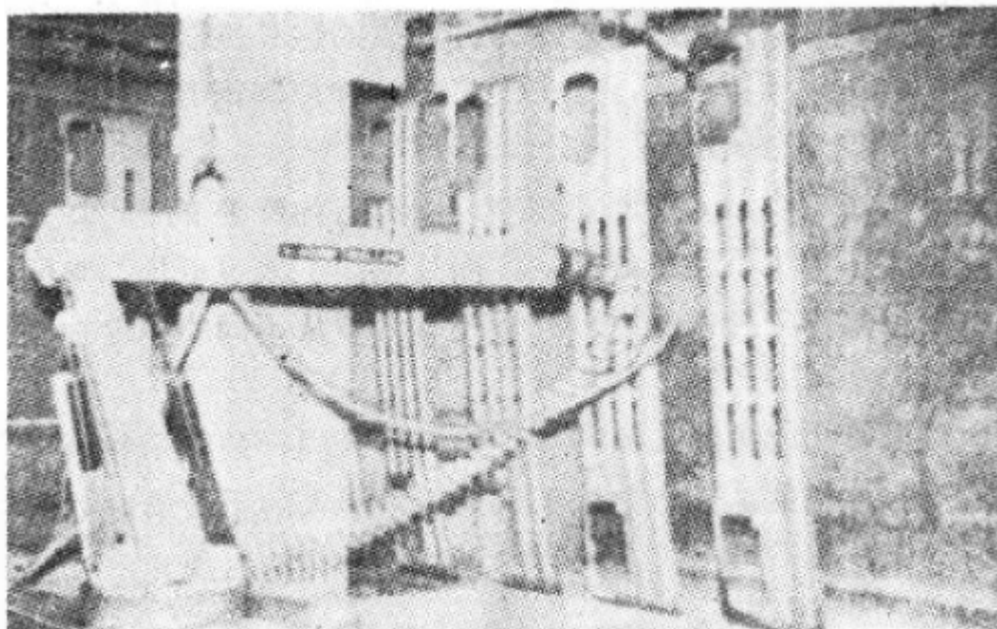
涂漆工人是很艰苦的，从头到脚几乎都要用工作服和其它劳动保护用品包起来，而且还要戴上防护眼镜（能把眼睛全部遮盖起来的大型眼镜）和防毒面具。这种涂漆工人的姿态，几乎与宇航员一模一样。如果说有区别的话，那就是很脏。这对于青年人来说，无论如何也不能认为是一种很好的职业。

因此，涂漆作业必须自动化。迄今已经开发了许多专用的自动喷漆机。这些机械投入生产以后，的确提高了生产效率，迅速推进了大量产品的喷漆自动化。

但在实际上如果碰到稍微复杂一些的喷漆对象，或者这些对象的种类有所增加时，若是利用专用喷漆机进行喷漆，就会产生涂层不均匀等问题，结果产生不良品，还要工人进行手工修整。

（2）喷漆机器人的应用范围极其广泛

在上述背景下，为了充分弥补专用自动喷漆机的不足，“喷漆机器人”才得到了发展和普及。这种机器人可根据喷漆对象，选择必要的动作程序进行最佳喷漆。因此，不仅能从正面对形状复杂的对象进行喷漆，而且也能从上下左右多方面进行喷漆。



即使是复杂表面也能进行简单喷漆的“喷漆机器人”

(神户制钢所提供的照片)

在汽车工厂里，车身下部要求涂上特制的防锈漆。这种作业过去都是由喷漆工人身穿防护服弯着腰进行的。但利用喷漆机器人代替工人进行这种作业，基本上解决了喷漆不均匀和端部喷漆不足等问题，一下子就能使不良品率减少一半左右。

木器厂需要最有经验的熟练工人打磨和喷漆家具。为了防止因工人疲劳而产生不良品，应把几名工人编成一组，采取轮番作业的方式。如果引进“喷漆机器人”，不仅能使产品质量稳定下来，而且也能节省涂料。“喷漆机器人”的应用范围非常广泛。

清水建设公司是专门承包大楼建设的建筑业。为了在钢制龙骨上喷涂防火涂料，日本首次研制成“石棉喷涂机器

人”。一九八二年十月第一次公开发表的这种机器人，可利用电子计算机进行遥控，其原型机便是神户制钢所研制的“TRALLFA型机器人”。

利用这种机器人，即使在空气中有石棉纤维的粉尘飞散，工作人员也不会患矽肺病，而且喷漆工人也可从原来的三人一组减少为二人一组。今后还有希望从不同的角度加以利用。

这里使用的机器人品种和焊接机器人同样是以示教再现型为主的。也就是先由熟练工人把着机器人的手教给它如何进行工作，然后再由机器人自己进行该动作的再现。

七、利用数控装置进行一系列精密加工的“切削加工机器人”

汽车、磁带录象机、摄象机和钟表等大多数耐用消费品，都是利用各种产业机械制造出来的。这就是把压力机、焊接机直到工厂中经常使用的起重机、皮带运输机、空调装置和电动机等诸多机械集中起来制成的产品。

制造这些产业机械的机械通称为机床。

总之，机床是制造一切机械（包括产业机械）的工作母机。从这个意义来说，也有把它叫做“母机”的。

（1）引进数控机床能使加工精度达到微米级单位

这种机床可进行切削、钻孔、镗孔、磨削和切削螺纹等各种各样的基本加工。

如果零件的加工精度低，制成的整机精度就不会高。因此，这个工厂的成品质量也就得不到保证。

数控机床的出现，给机械工业以很大冲击。即使在没有熟练工人的情况下，也能进行以微米为单位的切削加工，而且产品质量非常稳定，生产率也能得到飞快提高。特别是现在，已经出现了把微型计算机装入数控装置中的计算机数控机床，进一步提高了切削加工能力。

日本的机床工业，积极地引进了数控技术，并把它应用在通用机床上，终于成为能在世界市场上进行竞争的最大数控机床出口国。

(2) 为数控机床服务的机器人

尽管划时期的数控机床有许多优点，但与其相关的一系列问题如果不能很好解决，也是令人伤脑筋的。这就是说，即使引进很多数控机床也要有适当的工作配合上去，才能真正发挥它的效率。譬如，往机床上装卡工件，待加工完毕将工件取下来，及时处理切屑，以及对机床和刀具进行监视等，无论如何也要由人去做。所以，直到最近在一般工厂里，一名工人要操纵两台以上的数控机床是很困难的。

为了实现切削加工的自动化，发展了按不同加工类型特殊设计的机床，同时还研制了许多自动搬运装置与这些机床相配合。

汽车制造厂采用的自动传输加工机（自动式多目的连续加工装置）就是一个典型例子。这种机床适合于在单品种大量生产线上采用。

可是，这种方式不适于多品种小批量的生产，当产品的形状、尺寸和加工工序等发生变化时，马上就不能使用了。由于它的投资效率低，在进入低速发展时期之后，也就不大流行了。

“切削加工机器人”的研制成功，可以说充分满足了这种时代的要求。机器人所能进行的工作，是在机床上装、卸工件以及把这些工件搬运到指定的位置。这种作业所需要的定位精度往往在零点几毫米以下，有时还要以微米为单位。

在这种情况下，应采用什么样的控制装置来控制机器人的定位精度呢？对于同数控机床联动的机器人来说，最理想的就是要求数控装置本身的控制功能相当大，除了控制机床进行加工以外，还能具有余力控制机器人。

●) 机器人对工厂无人化立下了汗马功劳

FANUC (总公司在东京都日野市)是世界上最大的数控装置专门制造厂。它的产品市场占有率，在世界上达百分之五十，在日本国内达到了百分之七十。但是，该厂研制的“机床用机器人”，几乎都是利用数控机床的数控装置进行控制的。一台机器人可以为三到四台机床服务。

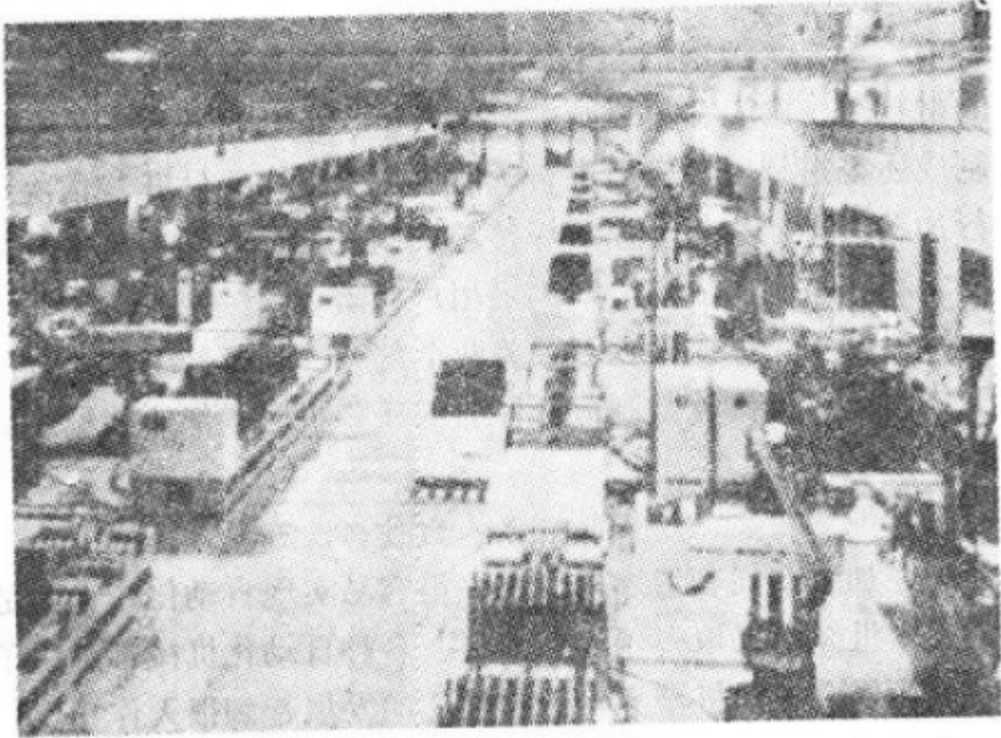
该公司还计划进一步将机器人、机床和工具等与三个监视器连接起来构成一个加工单元，通过监视器可及时掌握加工状况，发现问题很快予以解决。这样一来，就能在该公司的工厂里节省大批劳动力，最终实现无人化工厂，也就是在大胆设想的工厂自动化事业上前进一大步。

这里暂且不谈工厂自动化的问题，现在产业界竟有人把数控机床叫做机器人的。事实的确如此，数控机床可以多次改变设定条件，最近又能自动地交换工具（自动换刀），在一台机床上可加工几十种工件的加工中心（MC）——这样的复合机床也在逐渐普及。

仅就切削加工而言，从十八世纪发明机床以来，几乎连续两个世纪依靠熟练工人操纵机床的方式已经完全被打破

了。

传统机械王国的联邦德国，对于它所建立的主要制度也发生了动摇。原因之一就是数控机床这种技术革新的出现。



“切削加工机器人”的出现导致工厂大幅度地节省劳动力

（富士电机公司的切削加工生产线，右前方的机械为切削加工用机器人）

（FANUC公司提供的照片）

机器人自身的控制就不用说了，还可以利用其它计算机对机器人进行控制。但是与数控机床联动的“装卸、搬运机器人”，的确是靠数控装置发挥作用的。因此，这种机器人的出现，为无人化工厂增添了极大的力量。

八、参加从材料搬运到复杂装配 生产全过程的“装配机器人”

正如过去看到的那样，在汽车或电气产品等的机械制造厂中，首先要把钢板或不锈钢材等原材料切断，或者将熔化的材料在一定的金属模具中制成模型，接着按照规定的尺寸制成坯料送到压力机上进行弯曲或放到钻床上钻孔，依次进行加工，再把这些半成品焊接起来制成部件。最后将多数部件装配起来制成成品，以满足用户的需求。

如将上述工序大致划分为两个部分，则机械工厂的全部工作内容，大概就是制造部件的工序和将这些部件装配成成品的工序。

(1) 装配工序用的机器人为什么没有取得进展

在加工车间制造零件的工序很容易实现自动化。尤其是进入本世纪以来取得了迅速发展。各种自动化机械都加快了发展步伐，工业机器人对于自动化的发展起到很大作用。

但是，最后的装配工序要实现自动化就不那么简单。

因为装配作业是一种非常复杂的工作，许多地方必须用人工进行调整。应该知道，对于简单的装配作业如果用人去做，也许会稍微练习一下就能做好。可是这种作业如果让机械去做就没有那么简单。因此，必须首先从装配作业的机理方面进行分析。

总之，装配作业与机械加工相比，要有更加高级的“柔性技术”。

对于尺寸累计误差的调整、方向的确定，以及装配顺序

和装配方法的决定等诸多技术问题，都必须设法加以解决。例如，小型电机的装配，在往励磁线圈中嵌装转子时，就必须具备这样一种技术：如果稍有一点错位就要将转子或线圈在前后左右的方向上进行移动，使其很好地纳入规定的位置。

工人在进行这种作业时，可以一面用眼睛看一面判断彼此之间的关系，来决定嵌装方向和所需的力量。

但是，这种多少有一点错位稍加调整便可很好进行装配的技术，对于工人来说虽然很容易掌握，可对于机械来说就是一件非常困难的事。

在研制“装配机器人”时，当然要具备这种识别、判断和行动的基本技术，同时还要掌握最新的电子技术。

(2) “装配机器人”的出现进一步改变了工厂面貌

现在来看一下典型的“装配机器人”。

几年以前，半导体制造厂都是青年女职工。这些手指灵巧的女工，一面通过显微镜观察着加工部位，一面把几毫米大小的方形集成电路焊在电路板上。女工们以敏捷的动作，把微细金属线联结起来的作业，其速度之快和准确性之高简直达到了令人吃惊的程度。因此，也有人把她们制成的产品称之为“女工集成电路”。

现在的情况就不同了，在多数大规模集成电路制造工厂里，男职工要比女职工更加引人注目。生产半导体的车间需要有超静环境，因而正在尽量排除散布灰尘的人（人是带进灰尘的媒介），来制造象实验室那样的清静气氛，使“装配机器人”在那里默默无闻地进行工作。

“半导体布线机器人”的特征是，装有视觉传感器。

在视觉传感器上采用电视摄像机并利用监控器对其瞬时摄制的图象进行判断，同时控制定位机构和纵横驱动机构等，使机器人能在规定的位置上进行接线作业。这种作业仅用几秒钟即可完成。

采用“半导体布线机器人”，取得了很大成果，除生产能力有了飞跃提高以外，还降低了不良品率，使产品质量保持了稳定性。

(3) 典型的装配机器人“SCARA型机器人”

一般工厂里使用的廉价“装配机器人”，大概就是“SCARA型机器人”！所谓SCARA就是取 Selective Compliance Assembly Robot Arm的字头简化而成的，如果勉强把它译成汉语，大意就是“有选择地采用柔性动作方式的装配机器人”。

这种机器人是由梨大学工学院的牧野洋教授为了实现多品种小批量生产工厂的自动化而研制的。但是，把它投入商品生产的乃是三协精机、日东精工和日本电气等十几家大公司。

其中的三协精机公司，从一九八一年春天就开始出售这种机器人，并与世界上最大的计算机公司IBM签订了订货合同，从第二年起就开始供货。

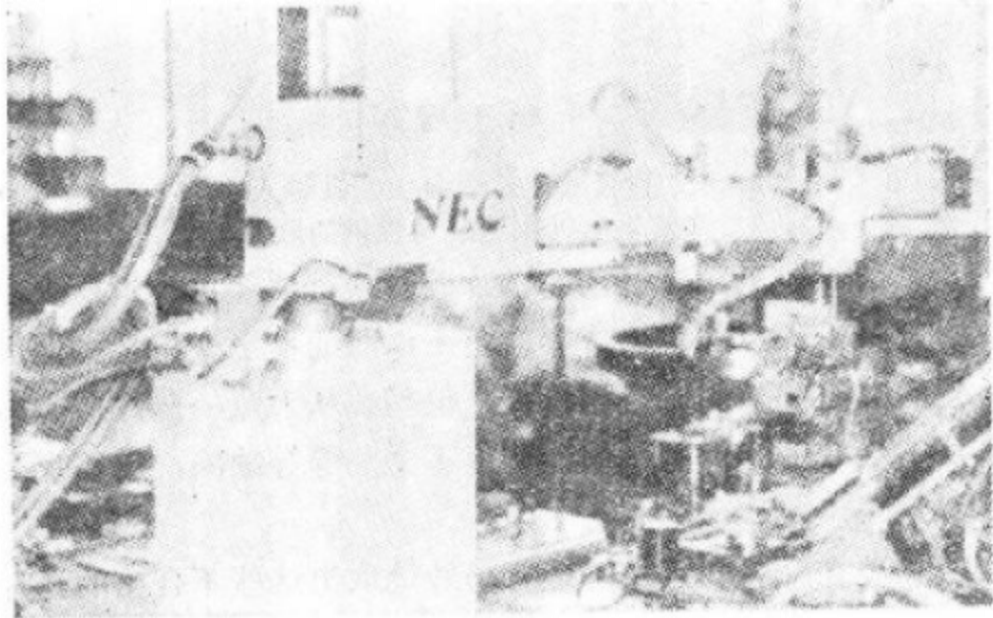
这种机器人的特点是具有多种多样的复合动作功能。动作速度为每秒一米左右，和人差不多。

表示机器人性能的定位精度为0.05毫米。由于定位精度很高，通过更换机械手便可进行小件的搬运、拧螺丝、钻孔、涂润滑油和焊接等多种工作，从而获得很高的评价。

现有的“装配机器人”，属于具有视觉和触觉等传感功

能的智能机器人者还为数不多，几乎都是靠机械本身具有的精密技术进行工作的。

从品种上来看，以示范再现式和数字控制式的机器人为主。但是，据估计社会上对这种“装配机器人”的需求将急剧增加，几年之内的上市量可能达到高峰。



可将传送带上运送来的零部件搭配起来的“装配机器人”
(日本电气公司提供的照片)

九、“检查、测定用机器人”

工厂中作业流程的最终阶段，是交货前的产品检查。但是，这种检查工序的工作也是一种繁重的体力劳动。因此，在很难实现机械化的情况下，还必须依靠工人的眼睛和双手进行这项工作。

(1) 弥补工人感觉误差的检查机器人



检查威士忌酒商标的机器人
(富士电机制造公司提供的照片)

装维生素或胃肠药的药片胶囊，都要经过质量检查。这种检查工作以往均由身穿白色工作服的女工聚精会神地逐个进行。这虽然叫做目视检查，但是要从大量的药片胶囊中发现有裂纹的、有毛刺的和凹瘪不平的等等缺陷，就不那么容易。

要在一瞬间判断清楚并巧妙地取出这些不合格的药片胶囊，需要有几年的经验，即使是熟练工人进行这种目视检查也只能以三十分钟为限。如果超过这个限度，眼睛和手的动作就会跟不上去。

由于人在那种情况下的身体条件不同，无论采取什么样的工作方法也是会有差别的。产品检查的稳定性，对于医疗药品来说比什么检查都要彻底，这是一个非常重要的课题。

另外，制药工厂和半导体制造厂一样，人是“最大的污染源”。如果是人吃的药，则要求制药厂经常保持清洁安静的生产环境。因此，必须尽量排除人的污染，也就是要求尽量采用机器人来代替人的工作。

在食品工厂或化妆品工厂中也有这种采用机器人的要求。

在产品检查上，可引进应用图象识别技术的“检查机器人”，其典型品种大概就是富士电机公司生产的“胶囊检查机”。

这种“检查机器人”是实力雄厚的制药公司三共制药厂与富士电机公司共同研制的，每天能够检查四十万到六十万个胶囊。它采用了一种先进的检查系统，将胶囊送进旋转鼓中，在几个地方接受闪光放电管发出的光，立即显示出胶囊图象与标准品进行比较。这样，便可瞬时进行判断，并且通过压缩空气将不良品去掉。

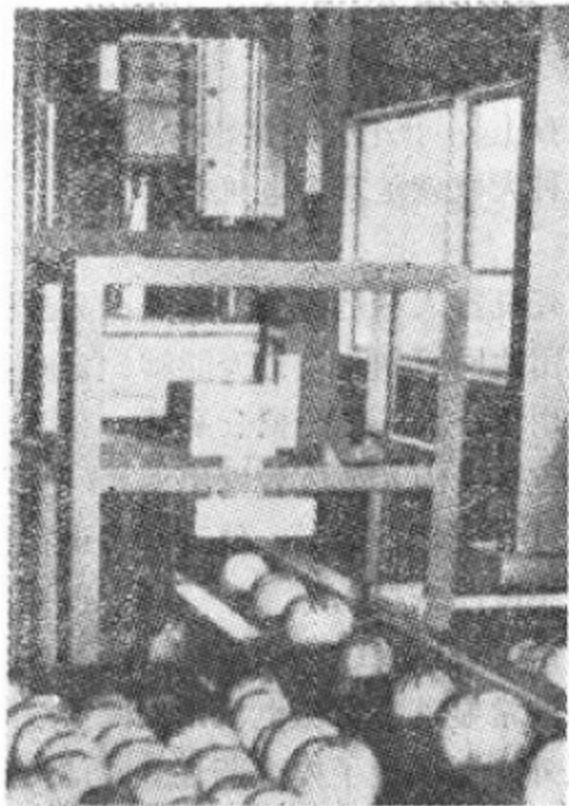
据说采用这种机器人以后，该厂的药品生产率几乎提高了一倍，效果非常显著。富士电机公司除了生产检查药片胶囊的机器人以外，还制造了检查药片和啤酒瓶上标签的机器人，以及检查高尔夫球的机器人，仅一九八一年就接受了两千台的订货。可以预料，“检查机器人”的活动范围将越来越广。

(2) 水果分选也要依靠机器人的“眼睛”

“检查机器人”的另一变种，是水果分选用的“分选机器人”。

三菱电机公司研制的蔬菜自动分选系统，仍然是内装传感器（电视摄象机）和微型计算机的系统。如果分选的蔬菜是“黄瓜”，就能将其长度分为五段进行分类，而将其弯曲程度和粗细的差别分为三级进行综合判断。

分选白兰瓜时，要根据蒂部向外发展的条纹和颜色来判断其成熟度。这种条纹随着瓜的成熟白色逐渐增强。因此，



分选甜瓜的“分选机器人”
(富士电机制造公司提供的照片)

预先让微型计算机记住由于条纹颜色变化引起成熟度的不同情况，再通过彩色传感器将白兰瓜分为优、良、可三级进行分选。

采用这种机器人分选水果有很多好处。对生产者来说可承认公平的分级；对分选黄瓜或甜瓜的农民协会来说则可以节省半数左右的分选人力。

(3) 能辨别人的声音进行分类的机器人

与上述的检查测定机器人一样，也有仿效图象识别技术的“声音辨识分类机器人”。

这种机器人以事先收录的语言为基础，只要操作人员发

出“东京”、“大阪”或者“合格”、“停止”等声音，便可通过分类机械自动地进行分类。

日本电气公司研究声音识别技术较早，并且已经投入实际应用。大约在两年之前就研制成功了叫做“DP-100”的声音识别装置。长崎超级市场驻东京收货站，引进了这种由声音识别装置和自动分选机组合起来的“分类机器人”。

这个收货站每天大约进货一万件，在年末或年初进货高峰时，每天大约进货三万件左右。在引进机器人以前，该收货站采用人海战术，雇用大批半工半读的学生进行支援。然而现在，由于采用了机器人，在一般情况下有两名管理人员就足够了，高峰进货季节也只需要四个人。

如果从下料开始到机械加工、装配和成品检查等一系列的工序都实现自动化（采用机器人），就有可能建成无人化工厂。

十、工厂的自动化水平越高， 无人化工厂就越接近现实

过去的工厂，往往是在现有设备基础上，大量采用机器人使其作业自动化。

如果是汽车制造厂则采用焊接机器人，把焊接工人从点焊生产线上解放出来。这种替换工作，无论在喷漆线上还是在冲压线上或喷射成形线上，也都在同样进行着。

但是，要有效利用工业机器人本来的特性，则希望针对机器人的特点，从另一角度设计生产系统。

(1) 以机器人作为中心设计的工厂正在发挥威力

如果工业机器人成为工厂的主要设备，那么，对于工厂中设置的一切机械和生产线，都可以大胆地加以改变。简单地说，首先可以取消严格的空调装置，因为采用机器人后，即使车间的空气多少污浊一些或温度、湿度变化也不会有什么妨碍。

另外，今后的机器人作业范围还将进一步扩大。所以，很有可能在某些工作场所实现无人化。因为搭配起来的成套机械，不仅安装在地板上而且也有挂在顶棚上或墙壁上的，工业机器人便可分别适应这些机械的能力发挥作用。

最近经常听到柔性制造系统（FMS）这个词。如果把FMS直接译成汉语，则是富有柔性的制造系统。这种系统具有如下功能：从坯料加工（下料）到机械加工，装配和产品检查等全部工序，都采用电子计算机进行控制，并且利用激光装置及机器人等实现自动化。

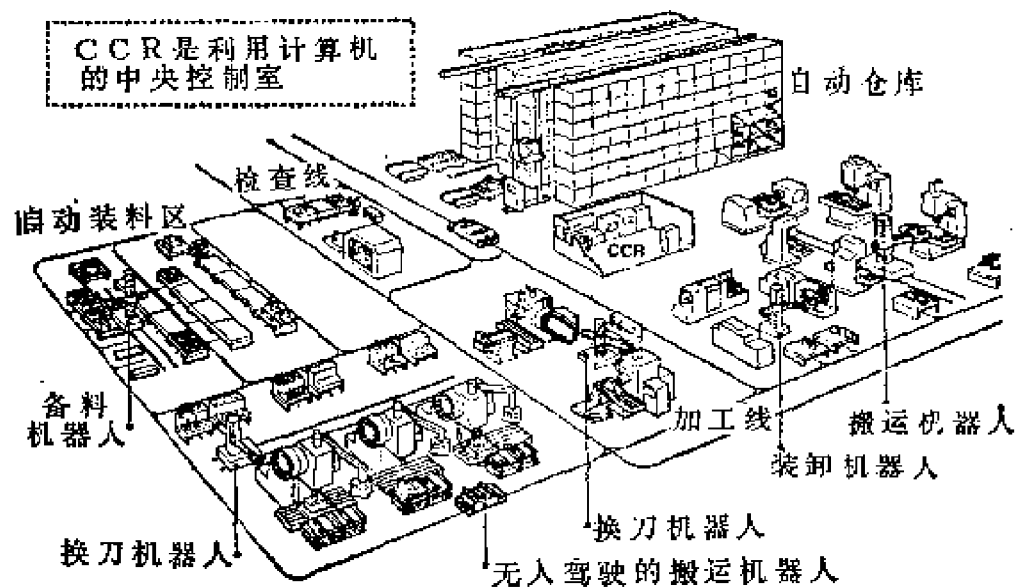
这种系统可将过去每道工序都实现了自动化的状况进一步推向前进，如果是机械制造厂，就可以利用它来考虑实现工厂全盘自动化的方案。

通产省工业技术院也采用这种系统作为实现国家大型计划项目FMC的基础。这种FMC是“超高性能激光应用复合生产系统”的简称。据说这个大型项目的总投资额为一百三十亿日元，于一九八三年进入正式试验阶段。

（2）民办工厂也向无人化发展

不仅国营企业出现了无人化工厂，就连实力雄厚的民间企业也相继出现了独自经营的自动生产线，而且这种生产线都是指向无人化工厂的。

例如，前面介绍的FANUC公司，于一九八〇年末在山



由于FMS出现而诞生的无人化工厂（利用机器人实现无人化工厂的例子）（村田机械制造公司提供的照片）

梨县建成的富士工厂，就是一座有名的无人化工厂。该厂每年可生产价值二百亿日元的工业机器人、数控线切割电加工机和小型数控机床，而职工总数只有一百名。

该公司还在其毗邻的地方建成了一座电机制造厂，并于一九八二年九月投入了生产。这个厂的生产能力每月为一万台各种类型的电动机，而职工总数仅有六十人。据说，与过去的同类型工厂相比，生产率提高到三至五倍。在这家工厂里还有一段有名的传说：这个工厂开工不久，英国首相玛·撒切尔来参观时，曾赞叹地说：“我真喜欢这样的工厂。”

与这家工厂类似的无人化工厂还有山崎铁工所的机床制造厂、东芝公司和日立制作所的电机制造厂，以及川崎重工

业公司的综合重型机械制造厂等等，都是为本公司建造的无人化工厂或者作为商品出售的系统。

可以预见，在不久的将来，必将出现以计算机和工业机器人为核心的无人化工厂。

第五章 机器人是以什么样的结构动作的

一、工业机器人从模仿人的胳膊动作开始，具有伸缩、移动、旋转和抓取的功能

前几章介绍的内容，希望读者能够大体上了解机器人在各种领域中活动的情况。在漫画或科学幻想小说中出现的机器人，其形态和活动可以说是相当离奇的。但是，这些机器人确实掌握了某些取代人的功能。如果再过十年，现在的机器人大概也会相当接近于人的形象。

(1) 从模仿人的胳膊出发研制工业机器人

以工业机器人为代表的现代机器人，总的说来都是从模仿人的胳膊出发研制出来的。人的胳膊，确实集中了了不起的功能。

例如扛东西、举东西、用手和手指抓取东西和装配物品等，这些动作几乎都是自由自在的。

另外，在皮肤上还具有一种高性能的传感器官，能够敏锐地感觉到压力、冷热和疼痛等。从胳膊下达给手和手指的动作命令，是来自大脑并通过神经系统在一瞬之间传输过来的，并且立即表现为运动的形式。

事实上，不可能制成完全与人的胳膊相同的“机械”。从这个意义来说，也可以认为“在胳膊上有一位创造主

(神)”。

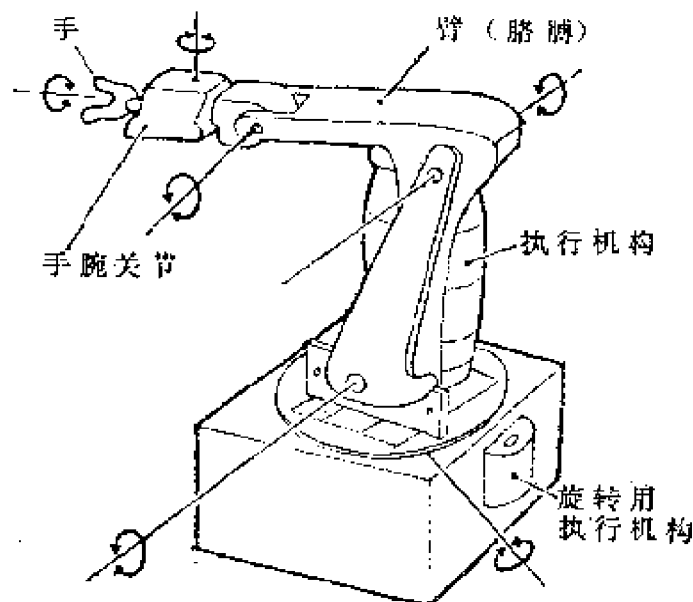
那么，怎样才能把这种具有了不起功能的胳膊变成机械，也就是如何设法才能把人的胳膊变成机器人？

现在，首先看一下人的胳膊的基本动作。

胳膊的动作可以分为垂直运动、水平运动和旋转运动这样三个组成部分。我们先做一下试验，将胳膊肘和手腕子固定起来，从肩膀头处摇动胳膊，就可以知道胳膊只能作上下左右的摆动和转动。

(2) 按照机器人的动作形态进行分类

机器人的胳膊是以肩膀头为基础，从模仿人的胳膊运动开始研制的。这种机器人大体上可分为“直角坐标型机器人”、“圆柱坐标型机器人”和“极坐标型机器人”这样三种动作形态。



机器人胳膊的基础结构

在此三项基本动作的基础上，增加与人的肩膀、胳膊肘

和手腕一样的关节,大幅度扩展功能的机器人,就是“关节型机器人”。

复合机器人也是多种多样的。例如,将关节型机器人放在能行走的台车上组成会走路的机器人,还有将圆柱坐标型机器人的胳膊变换成关节型机器人胳膊的复合机器人,等

按照动作形态分类的机器人

	形 态	特 征	用 途
直角坐标型机器人	这种机器人是由三个相互垂直的胳膊和为了使这些胳膊进行移动的轨道以及保持该轨道的主立柱构成的。很象游艺中心用的点心抓取机或工厂中在天花板下行走的起重机(天车)。	可在长、宽、高三维空间内进行作业。可在不改变手腕姿势的状况下移动,而且可以加强机械的刚性,更加提高作业精度。	开始时用于从压铸机上取出工件的作业,或者在车床等机床上进行装卸工件的作业,等等。最近也能用来装配电子产品。
圆柱坐标型机器人	这种机器人的胳膊可以进行上下、前后移动,保持胳膊的圆柱(躯体,相当于人的身体部分)也能旋转,可进行立体作业。大小与人体大致相同。	动作很象人的动作。最大的不同点就是腰部不能弯曲。胳膊可上下动作和前后伸缩。	由于胳膊的伸出和缩入作直线运动,因而适用于把销钉或轴类工件插入母板上的作业,或者与机床联动进行装卸工件的作业等。

	形 态	特 征	用 途
极坐标型机器人	这种机器人装在地面或台车上进行作业。它具有能够上下运动和前后伸缩运动以及在水平方向上进行旋转的运动。	工作范围较广，而且越接近胳膊的端部（手腕），移动速度就越快。由于胳膊可以倾斜地上下运动，在点焊时容易使其手爪的姿势与焊接对象很好地配合。	在汽车工业中广泛使用的点焊机器人，有一多半是这个品种的焊接机器人。当然也有美国尤尼梅逊公司最初研制的机器人。这种机器人叫做“尤尼梅特型机器人”。
关节型机器人	这种机器人的胳膊具有与人的胳膊几乎完全相同的关节，因而叫做关节型机器人。保持胳膊位置的圆柱（轴），有圆柱坐标型的，也有极坐标型的。	象直角坐标机器人那样，可吊挂在屋顶上或安装在冲压机械上，或者挂在墙上，使用起来都很方便。在用法上具有广泛的通用性，然而控制胳膊的姿势或位置是一项很难的技术。	多用于电弧焊接或机械零件的装配等方面，这将是今后机器人的主流。

等。

市场上出售的“SCARA型机器人”，根据研制人牧野教授的说法，可以叫做“屏风型结构机器人”。

那么，机器人的胳膊在接近人的胳膊方面究竟达到什么程度了呢？基本上具备和人同样功能与形态的人造胳膊（假肢），最近已经实现了。

(3) 机器人的胳膊都在哪些方面接近人

表示机器人动作性能好坏的单位叫做“自由度”。这种自由度是表示机器人的胳膊能在多大范围内进行自由活动的一种标志。如果说机器人具有五个自由度或者说五个自由度的机器人，通常都是指该机器人能在上下、左右和前后三个方向自由活动，再加上手腕的上下运动和旋转运动，共有五种运动范围。

可是人的胳膊究竟有哪些自由度呢？说起来也很清楚，从肩膀到手腕共有七个自由度。进一步来说，手部（手掌及手指）一般有二十二个自由度。这就是人的胳膊为什么具有了了不起的功能的原因。

如此说来，若是增加机器人胳膊的自由度，是否会使其功能变成与人的胳膊功能完全相等呢？

日本东芝公司，曾于一九八二年十一月发表了一种多关节型自由检查用的机器人。这种机器人适用于原子能发电站和化学工厂等部门的检修作业。那时公开发表的机器人，实际上已有十七个自由度。

用八个万能接头把九个胳膊连接起来的全长为二点二五米的长胳膊机器人，简直和象的鼻子一样，又好象盘成一盘的蛇似的。

这种机器人虽然在胳膊的表面和端部共计安装了一百零七个传感器，但是看起来总是有点令人望而生畏。

只是增加自由度和传感器的机器人的胳膊，反而会与人的胳膊形象相差更远。要使机器人的胳膊更加接近于人的胳膊，还有许多技术问题需要解决。

二、调换机器人的手就能进行不同性质的工作

机器人的胳膊动作，实际上是为了抓取东西并把它运走，或者进行焊接与喷漆等工作而设置的。机器人之所以能够进行这些动作，仍然是它具有和人同样的手。这种手叫做机器人的手或机械手。

人的一只手可进行多种工作。可是机器人则不然，它必须根据用途随时换手，才能进行与人的手同样的工作。事实胜于雄辩，让我们首先看看机械手的形状吧！

(1) 机器人的手是怎样构成的

为了抓住东西或者吸住物品，因而把机器人的手制成各种各样的型式，但大体上来说可分为把持型的和非把持型的两种。把持型的品种又分为抓取型、下颚型、真空型和磁铁型这样四种基本类型，使用时可适应对象物的形状和材质加以选择。

真空型的手，如果对象物是小件时则可一次吸住几十个。

人的手是由“手指”和“手掌”构成的，特别是手指的动作范围有一定限度，既可以向左右张开又可以自由弯曲。这样一来，整个手的动作范围就有二十二个自由度了。

机器人的手只有两个基本动作：抓取物体的动作和保持物体的动作。

所谓抓取，概括起来说就是抓住、夹持、握紧和吊挂的意思。而所谓保持，则意味着吸住物体和“受理”物体。在

抓取时当然要有手指的动作，而在保持时没有手指也行。

因此，如果先看一下没有手指的手，其典型例子就是吸住型的。吸住的方式有真空法和磁方法等。在制造汽车侧面板或平板玻璃等加工工序中，经常采用这些方法。这种手的最大特点是吸住物体时不会碰伤其表面。

至于有手指的手，一般都具有两个手指。

例如，夹持型的手就具有两个手指，常用于“点焊机器人”上。这种手的手指也有一个是固定的，但多数都是不固定的，两个手指好象订书机似的。这种手用两个手指一起夹住对象物，立即有电流通过开始进行焊接。

此外，装在机床或冲压机上的机器人，一般都担负着装、卸工件的任务，因而这种机器人的手指仍然以两个为主。

(2) 机器人抓取物品的手的结构

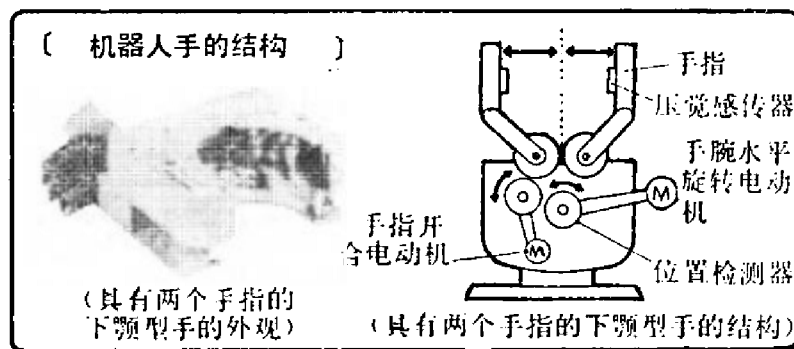
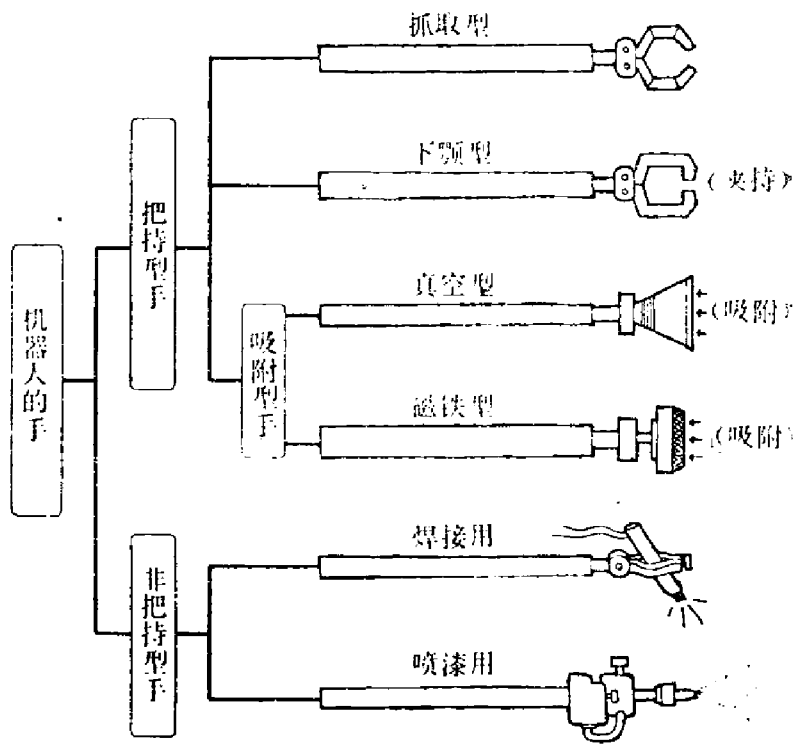
机器人的手的结构到底是什么样的呢？

整个手的动作，首先是从液压机构、气动机构或电动机等驱动源上获得动力，然后利用这种动力使装在手腕处的驱动轴产生旋转运动，再通过伞齿轮等机构变换成符合需要的运动，从而导致手指的开合或手腕的旋转。

制造这种手所需的材料，虽说是以钢铁或塑料为主，但最近又出现了一种碳纤维增强塑料，其特点是重量轻而强度大，最适于用作机器人的手，但也可以用作机器人的胳膊。

采用这种材料制作机器人的手所发生的问题是，手腕的耐久性较差。如前所述，机器人的手基本上是用来抓取吸附装置或焊炬、喷枪等，根据不同用途进行工作的。

因此，手腕要有能承受一定重量的强度。可是为了达到



机器人的手的分类及其结构

这个目的，就要提高刚性。这样一来手腕本身的重量就要增加，反而会出现难以控制的问题。

机器人制造厂在尽量减少手腕部分的齿轮和通过选择材料来减轻重量和缩小体积的问题上展开的激烈争论，也是为

了在这两个课题中寻求最高效率的解决方法。

(3) 具有“感觉器官手指”的机器人

下面再稍详细地分析手指的情况。

在研制机器人的手指时，采用了起重机的抓斗或传送带拾料器等方面的技术。

手指的基本动作，总起来说就是抓取东西。在这种场合应采用三个手指，如果可能的话，索性和人一样采用五个手指。因为这样可比两个手指更加有效地握紧或抓取物品。所谓一个手指，是指喷漆作业用的喷枪或电弧焊接作业用的焊炬等固定的手指。

过去的机器人的手大体上都是两个手指，在每个手指内各装一只压觉传感器。首先是一个手指接触被抓取的物体，使传感器检测出物体的状态，然后手腕回转一周使另一个手指与该物体接触，以便找出物体和手的中心部分。因此，启动手指开合的电动机，就能准确地抓住该物体。

另外，为了柔和地抓住物体，还按关节型设计了手指。这种手的结构是，把每个手指分为五个或六个部分，再用滑轮和钢丝将各个部分联结起来，就能轻轻地传递抓取力。

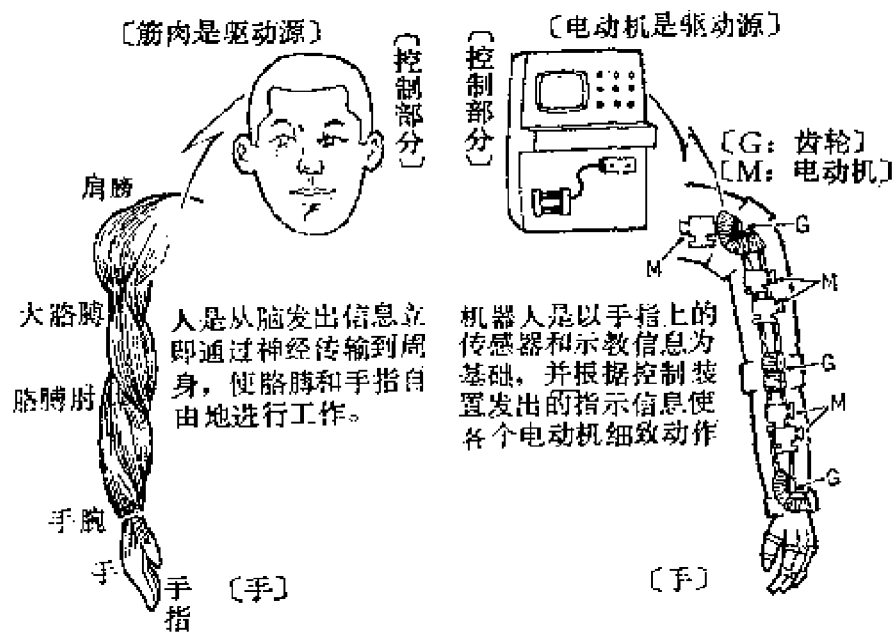
当启动手指开合电动机时，多关节手指就动作起来，将物体卷住。为了达到越往手指端部抓取力越小的目的，应该适当地设计滑轮直径。

最近机器人的手更加高级化。例如，在两个手指上分别装好几个测力传感器，当它接触到物体时便可立即测出加力的情况和运动量等数据，并以此为基础进行最佳的工作。在装配作业或拧螺丝等工作中使用的就是这种机器人的手。这种手大概可称之为具备力感觉功能的高级手。

机器人通过更换手和手指便可进行各种各样的工作。但是，目前要使机器人的一只手能完成几种工作任务还有困难。要满足这样的要求，大概还需要一段时间！

三、机器人进行柔性动作所需的动力是怎样从胳膊传递到手指的

前面分别介绍了属于机器人躯体的胳膊、手、手腕和手指等各个部分的一般情况。但是，为了使机器人能够很好地进行动作，除了必须有这些组成部分之外，还要有能发出动力以及传递这种动力的机构（驱动源和动力传递机构），再加上能够控制动作准确进行的机构（控制部分）。如果将包括这些机构在内的整个机器人的形象与人体结构加以对比，大致如下图所示。



工业机器人的躯体、驱动源和控制装置

旧式机器人是大型的，驱动源也装在外部，行动起来很不方便。而新式机器人，一般都把驱动源设在内部(如图所示)。

现在就来看看实际上驱动机器人的动力系统。

(1) 机器人也是利用电动机驱动的

虽说是机器人，基本上也是利用电力驱动的。根据使用不同的电动机，大致可分为：①电动式；②液压式；③气动式。

所谓液压式和气动式，是指驱动机器人胳膊和手的执行机构(驱动机器=把电能变成运动能的装置)，分别由液压马达或气压缸构成。因为这些机构的能源都要依靠电力。

总而言之，驱动机器人的动力是电，而特意把电能变成液压能或气压能的原因就在于此。

首先是电动机，在把电能变成其它形式的能时，尽管可以不考虑“能量变换损失”，但是应该知道电动机越小能量损失就越大，平均输出功率也要随之增大。

就是说，以电动机作为执行机构，当然越小越方便，但是如果抓取的重量比例大则显得没有力量，特别是手腕不可能举起重的东西，在瞬时动作上将失去信心。

而液压马达或气压缸的特点，是比电动机具有更大的力量，而且动作速度也较快。因此，即使考虑能量转换损失问题，从具体工作要求出发无论如何也有必要采用这些动力源。

液压装置或空气压缩机等，无论从设备方面来看，还是从结构方面来看，都是很庞大的。但是，作为机器人的驱动源，在弥补电动机的弱点上来说，也是不可缺少的。

电动机的种类大体上可分为直流电动机、交流电动机，以及脉冲电动机和直线电动机等。这些电动机的优点是能量

效率高、噪声小、不污染周围环境。但与液压马达相比，力量不足也是个问题。从这一点出发，经常设法改进电动机的结构也是必要的。

液压式是从外部引进电源，利用液压马达产生回转力，进而通过液压缸获得直线运动来驱动机器人。机器人的液压装置虽然较大，但其优点是在每一平方厘米（相当于手指甲盖大小）的面积上，可产生高达七十到一百四十公斤的液压力。而机器人采用这样的驱动源，便可得到超过预料的力。可是，因为这种驱动源使用的是油，如果在工厂中使用则容易混进尘土或切屑，所以担心它会发生故障或引起错误动作。以这种装置作为驱动源的中心，容易污染环境，也是一个难以解决的问题。

气动式是利用压缩空气产生动力的。驱动空气压缩机，在每一平方厘米的面积上可产生十公斤左右的空气压力。通过管子把这种压缩空气作为机器人的驱动源，是行之有效的。这种方式经常用于较小型的机器人或机器人手指的开合驱动上。它与电动式的一样，可在清洁状态下使用，而且没有发生火灾的危险。所有这些都是气动式的优点。

这些驱动源都是直接装在机器人的胳膊或手腕中，驱使它们进行回转运动和直线运动，或者通过管子传递能量来驱动各部的关节。

（2）电动机是怎样进行驱动的

实际上，驱动大体上是按照以下方式进行的。

首先看一下直流电动机。它是在准确地取得事先设定的各关节回转角度与现实回转角度的差值以后，将信号放大而且只用差值部分控制回转角度来驱动机器人的一种方式。

这时，可采用编码器检查机器人胳膊和手腕的运动速度及其位置。象这样为了掌握一定目标值而产生必要力的装置，叫做“伺服机构”。因此，正确地说这种电动机就是直流伺服电动机。

其次是采用液压马达的液压伺服方式。这种方式仍然是利用精密测量装置检测出各关节回转角度及其位置的设定值与实际值的差额，再将信号放大使伺服阀（控制阀）动作，通过液压力来驱动机器人。

另外，气动式的驱动方式，因为采用活塞汽缸，所以作直线运动是很方便的。这种方式的缺点是，位置控制稍微难一些，因而经常采用挡块来控制动作的上下限。液压式的驱动方式多在焊接或喷漆等高级作业的机器人上采用，而气动式的驱动方式则多在为冲压机械等服务的机器人上采用。无论从哪方面来说，在简易机器人上采用气动驱动方式的例子很引人注目。

（3）驱动源的主流是电动式

最近研制的机器人，有许多是“关节型装配机器人”。这种机器人的驱动源为什么都采用电动机呢？

例如松下电器产业公司于一九八二年六月公开的“钨钢机器人”，就是能进行复杂的三维作业的机器人，也就是以装配作业为目的的“六轴（六个自由度）电动机器人”。还有三菱电机公司和住友电工公司等也都相继发表了同样的机器人。这些机器人都采用电动机作为驱动源。

就是说，在产业界中小件装配作业是相当多的，如果把重量范围限制在这种小件之内，那么，采用电动机作驱动源也就足够了。因为机器人的结构如果是关节型的，则工件的

重量要由整个胳膊来支承，所以工件的重量不能太大。

目前，有些电动机也取得了惊人的进步，因而机器人驱动源的主流，今后将转移到电动式方面来！

四、熟悉和记忆正确动作顺序 控制机器人活动的结构

机器人的胳膊和手以及传递动力的结构等，被人称之为集中精密机械技术精华的“最高杰作”。

但是，尽管作了如此高度的评价，也不能忘记机器人的头脑部分，亦即不能忽视控制装置的存在。如果没有控制装置，虽然也能叫做机器人，但只不过是一种固定的机械而已。具有准确而迅速动作功能的精密机械结构，也就是这种控制装置。

这种控制动作，是由装在机器人躯体内的装置以及设在其外部的控制部分（使计算机进行工作）的各级装置进行的。

（1）支持精密动作的控制装置

这里简要地说明两个问题：首先是如何控制机器人的动作；其次是电子技术的发展究竟给人类带来哪些好处。

如前所述，根据“输入信息和示教”的方法，将工业机器人划分为六种类型。在这些机器人中，具备一定智能和控制特点的便是“带有可变程序的”、亦即示教再现机器人到智能机器人这样一些品种。

（2）示教再现机器人的控制结构

现在就来看一下在机器人热中起很大作用的示教再现机

机器人的控制结构。

这种机器人的动作方式是，首先记住人的示范动作（示教），然后在一定条件下自动地再现示教的动作。

控制的步骤有三：①示教；②记忆；③再现。首先是示教，也就是由人抓住机器人的操作机构（胳膊），按照文字规定“把着手”将标准作业方式教给机器人，以及采用示教箱将规定的动作位置教给机器人这样两种方法。

教给机器人的作业顺序、位置和时间等的信息被送到控制部分之后，便在哪里存储起来，这就是记忆。记忆的水平是，只能在必要时间内保存示教的控制信息，等待再现的指令。

再现时，首先从记忆的控制信息中取出必要的信息，然后再给执行机构发出运动指令。这时，如果作业内容和当初示教的内容相比发生了变化，就要立刻修改程序或运动状态。必须看到，这种对应措施的好坏会反过来影响机器人的利用状况。

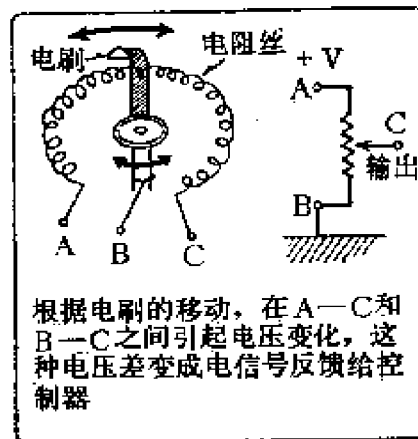
（3）使机器人记住示教动作的结构

机器人怎样才能准确地知道教给它的动作呢？

在机器人胳膊的关节部分装有如下图所示的小型电气元件。这种元件叫做“电位计”。

电位计是由绕在绝缘体上的电阻丝（电线）和装在回转轴（B）上的电刷（接触元件）构成的。回转轴与胳膊或手的关节连接起来一同动作，胳膊或手每动作一次，电刷就接触到电阻丝的表面一次。如此继续下去，机器人就能知道教给它的动作了。

这种电刷的动作不断地改变着电阻的大小。这就造成了



电位计的结构

所谓的电压差。将这种电压差变成电信号传输给控制部分，就被记忆下来。

在知道正确位置的同时，速度也是很重要的信息。那么，机器人怎样才能准确地记忆速度信息呢？

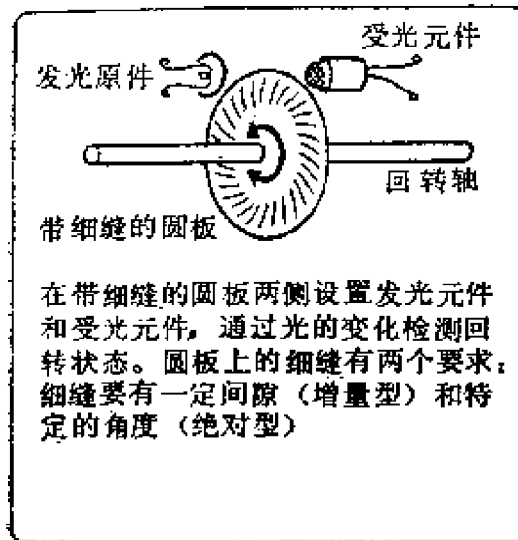
这里有一种叫做“编码器”的小型电子元件在起作用。编码器的结构，是在回转轴上装有带细缝的圆板，以及备有呈钳形状态的发光元件和受光元件。

当机器人的胳膊或手运动时，带有细缝的圆板也跟着进行回转，而且回转速度与运动速度相同。这时，通过细缝的光线进行瞬时变化。

这种状态恰似灯光点灭一样，也是把光信号变成电信号的一种方法。

在把这种光信号变成电信号时，就记录下来由此产生的脉冲（脉动波），并且利用计数器来分析脉冲频率的变化情况，尔后推算出胳膊和手的动作速度。

这里的说明虽然稍许有些困难，但总的来说机器人的胳膊



编码器的结构

膊和手的动作及其动作速度，都是变成数字信号才被控制部分认识的，因为数字信号便于控制部分记忆（存储）。

（4）认识正确动作顺序的结构

关于机器人的示教问题，还有一件不容忽视的事。这就是认识正确动作顺序的结构问题。这种结构有“CP方式”和“PTP方式”两种类型。

所谓CP方式就是“Continuous·Path”（连续轨迹控制）的简称，也就是让机器人完全照原样记忆动作轨迹的一种做法。进一步来说，就是由人拿着机器人的胳膊或手腕从工作开始直到结束教给它进行连续作业的一种方式。采用这种方式时，首先要把胳膊和手的动作变成电信号（模拟信号），然后再把模拟信号变成数字信号存储（记忆）起来，以便再现这种动作时使用。

另外，PTP方式是“Point·Two·Point”（点位控制）的简称。总起来说，就是把一个运动转换成很多细小的点，

并决定从这一点到另一点的位置，从而达到控制的目的。把这种点位控制方法教给机器人使用，就叫做PTP方式。

这种方式的优点，是把某一位置的信息教给机器人记忆起来就行了，它比一次就把全部信息汇总起来教给机器人的CP方式要容易得多。在示教时，一般都使用按钮式的小型示教箱，立刻将输入的模拟信号变成数字信号并存储起来，以备再现时使用。

特别是这种PTP方式，只能记忆一个一个的点信息，但如何把这些信息连接起来变成连续的运动轨迹，说起来还要依靠设在控制装置中的“插补功能”。

所谓插补功能，就是尽可能高效率地把两个点以最短的距离连接起来的一种作业。插补功能大体上可分为“直线插补”和“圆弧插补”两种类型。任何一种功能都要由计算机当场计算并显示出圆滑的运动轨迹。

(5) 机器人记忆动作顺序的结构

现在谈谈机器人记忆装置是怎样构成的问题。

正如前面介绍的那样，示教再现机器人的记忆就是存储信号。这与数字控制机器人是同样的结构。如此看来，基本上与计算机的存储装置结构没有什么两样。也就是说，由于计算机技术的发展，才有今天这样的能进行复杂动作的机器人。

五、机器人的知觉在于使用 各种各样的传感器

最早的机器人是从模仿人的上肢，也就是从模仿人的胳膊

臂、手和手指等的形状及其功能上发展起来的，而现在的机器人则完全能够记忆给定的信息并且准确地加以再现。

特别是最近几年，许多部门受到电子技术飞速发展的影响，都在勇跃地研制具有人类五种感觉（视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉）功能的机器人，也就是具有“知觉功能”的机器人。

（1）研制掌握“智能机器人”关键的传感器

人也好，机器人也好，无论具有什么样的优越头脑和多少好的信息处理功能，如果没有最初的信息传输也是不可能发挥其优越性的。例如，假使眼睛看不见，走路就不自由了，即使碰上东西倘若没有感觉也就不会去拿它。

因此，传感器成为智能机器人高级化的关键。也就是说，传感器可以准确地接受来自外部的信息，并把它传输给机器人的头脑（控制部分）。这种传感器也叫做“感觉受容器”，现正在大力研制中。

那么，人的感觉到底是怎样构成的呢？还有现在业已装在机器人上的传感器究竟有哪些品种，今后还将研制什么样的传感器呢？下面就来说明这样一些问题。

（2）视觉传感器的结构

视觉对于人来说，是一种最重要的感觉功能，外部信息大约有百分之八十到九十是通过眼睛获取的，并通过视觉神经把它传输给大脑来控制人体的动作。例如，眼睛可以看到对象物的明暗、色彩、形状和位置等，除此之外还可以看到对象物的动作状况。

人的眼睛里有大量的视觉细胞，这些细胞将进入眼睛里的光变成电信号传输给大脑，于是人就看到了东西。这是最

基本的机理。

机器人采用光电传感器就起了这个作用。这种传感器有光电管、光电晶体管、光电池和光导电元件（硫化镉单晶）等。

其中的光导电元件，远在机器人出现之前就用于大街上的路灯里了。当夜幕降临时就自动把灯点亮，而到了早晨天亮了的时候就把灯关掉这样一种自动点灭电灯的装置，就是光导电元件。

装在这种装置里的光导电电池是采用硫化镉作原料的。这是一种半导体材料，其特点是当受到光线照射时容易有电流流过。如果把这种电池用在机器人的眼睛里，它就能马上辨认出基本的明暗程度。

除此之外，现在已经应用的传感器还有许多种。例如，根据颜色识别物体的彩色电视摄象机，能保持一定距离或探测到既定位置的超声波发射器与接收器，以及认识物体轮廓或特征用的频闪观测器和工程用的电视摄象机等等。目前只是在“装配机器人”和“检查机器人”等所必需的视觉传感器上下功夫，而且研究工作取得了相当大的进展。

（3）听觉传感器的结构

其次是人的听觉。人是用耳朵听取外部发出的声音，先传至外耳道振动鼓膜，尔后通过内耳中的蜗牛状器官变成电脉冲（波动）信号，再经过神经传输给大脑。这就是听觉结构。实际上是把声音的压力变成机械式的振动，再进一步把这种振动变换成电信号而引起听觉作用。在机器人上采用压力传感器也起到这样一种作用。

具体地说，有加上压力就改变电阻的传感器，例如采用

碳粒子的压力传感器和被人称之为应变仪的电阻丝应变计，以及采用硅晶体的半导体压力传感器等。

此外，还有当把压力加在压电元件上时，利用其“压电效应”发生静电的压电传感器，以及利用把压力加在铁或镍等强磁体上就容易有磁力线通过这样一种特性的压力传感器等，也已经在实际中应用了。

(4) 触觉传感器及其它传感器的结构

人的触觉，实际上不仅是接触到物体就有知觉的功能，而且还有能感觉到压力、温度、疼痛、甚至湿度等许多精密感觉功能。这是因为皮肤下面有许多触觉细胞的缘故。

这些感觉功能如果与人造的传感器对应起来，则有“接触传感器”、“压力传感器”、“力传感器”和“滑动传感器”等。

所谓接触传感器，例如当机器人的手指接触到物体时，就能马上知道接触情况的传感器，一般都采用通断式的微型开关或电位计等。

压力传感器已经在听觉传感器一节中作了介绍，一般都采用压电元件或压敏半导体等。

力传感器多用来检测加在手指或关节上的力。将应变计装在手指或关节上便可检测出加在那里的力。

滑动传感器是在抓取玻璃、陶瓷和鸡蛋等易坏物体时所必需的。在抓取物体发生滑动时，为了研究其滑动状态就必须采用这种传感器。一般都使用振动检测器或回转传感器等作为滑动传感器。

另外，关于温度的检测，也研究出了多种类型的“温度传感器”。例如，有由于温度变化引起电阻变化的热敏电阻

触觉传感器的种类及其使用的装置

一般传感器	触觉传感器	接触传感器	压力传感器	力传感器	滑动传感器	非接触传感器
微型开关		○			○	
插脚接点、薄膜接点		○				
电位计		○				
光电传感器		○	○		○	○
超声波传感器						○
磁力传感器			○			○
气压传感器			○			○
应变仪			○	○		
测力传感器				○		
压敏半导体			○			
压电元件			○			
导电性橡皮			○			
压敏有机材料			○			
圆柱形光电回转传感器					○	
球状接点回转传感器					○	
振动检测器					○	
间接的扭矩检测器				○		

(注) 资料来源《向机器人技术的挑战》，工业调查会

这样的半导体元件和热电偶（有温度差就有电流流过的两种金属片），以及电阻温度计等。还有测量湿度的传感器，如“感湿陶瓷”这样的湿度传感器也在市场上出售。

其中，温度传感器之所以有名，大概就是由于利用热敏电阻的火灾报警器被广泛采用的缘故吧！已经投入使用的火灾报警器，一旦感觉到火的气氛，热敏电阻片就下降，再将其变化情况加以放大，就会发出非常刺耳的铃声。

那么，在这些触觉传感器中，经常使用的有哪些品种呢？一般传感器的品种、元件和材料又是怎样呢？

综上所述，可归纳为138页的表。

关于嗅觉，目前只有一种较好的传感器在实际中应用，这就是“煤气传感器”。这种传感器是采用 α 型三氧化二铁半导体材料制成的。当它吸附的煤气较多时，半导体就还原为四氧化三铁。这时，因其电阻下降便立刻响起煤气泄漏的报警铃声。此外，还有不在人“五感”之内的“磁力传感器”等。

最后，是人的味觉。目前还没有专门研制与此相对应的传感器。也有人说，“味觉是一种最高的艺术”，或者认为味觉是人类不可侵犯的领域，也许作为一个问题有待于今后去研究。与人的五感相对应的种种传感器，就是集中了这样许多尖端技术研制而成的。

六、象人那样“读、听、说”的机器人

现在我们已经知道了“智能机器人”采用多种传感器取得外部信息和读出环境的变化，可是这种机器人又是怎样判

断这些信息的呢？

或者说为了让机器人认识文字或图形以及听取和理解人的指令，并能以优美的声音与人对话，到底应该采用什么样的技术呢？

(1) 机器人之所以能和人一样工作是因为它有“图象信息处理系统”

机器人具有近似于人的信息处理能力，其典型例子就是图象信息处理系统。这种系统是把记入文件中的文字或图形，甚至声音等原封不动地输入计算机（机器人的头脑）中，通过信息处理来判断那些文字、图形或声音等究竟是些什么内容的一种系统技术。

过去的计算机信息处理系统，首先是把将要处理的外部信息变换成数字，然后再制成穿孔纸带借助人力输入计算机中加以运算和有条不紊地进行数据处理的。专业术语叫做运算、处理、判断、显示的“时序一维处理”，也叫“逐时处理”。

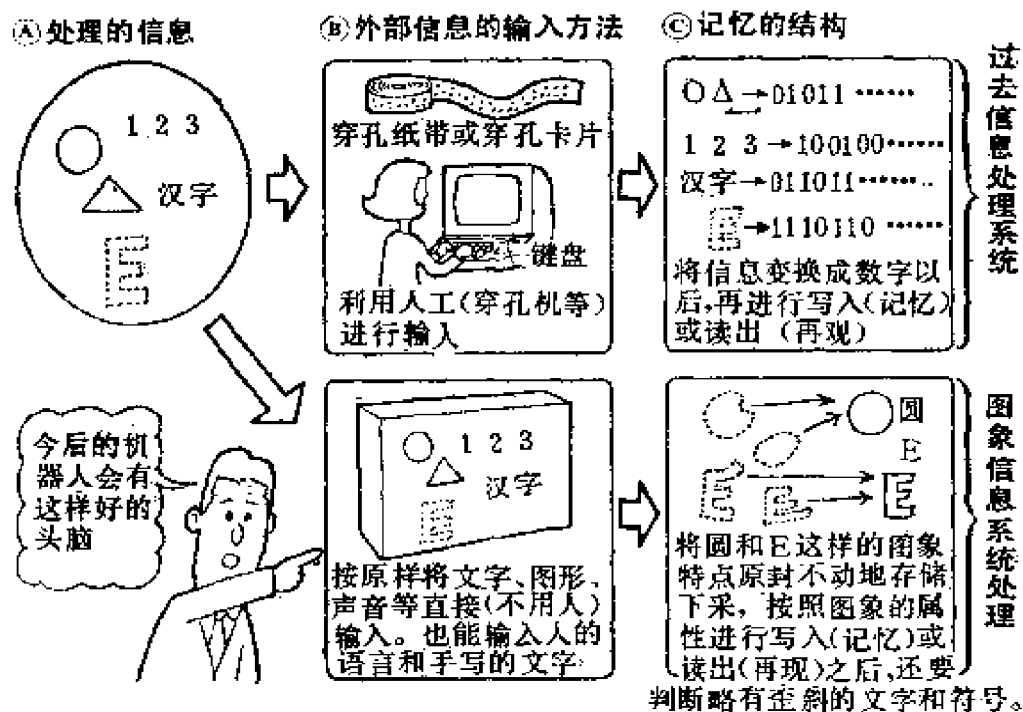
而现在的图象信息处理系统则有所不同，其最大特点是不用人参加进去，而是由系统本身将要处理的信息（文字、图形、物体、声音等）原封不动地直接输入计算机，从运算到显示的一系列过程都以“二维处理方式（并行处理）”进行的。所以说这是一种高级的技术。

特别是记忆（存储）问题。过去的信息处理系统要在确定信息的地址之后，才能进行写入或读出。而图象信息处理系统则可以根据处理对象的“属性”，也就是按照图象的特点直接进行写入或读出。

虽然稍微涉及到专业领域的问题不大容易理解，可是从总的方面来说，这种系统首先是利用视觉传感器或听觉传感

器等获得外部信息，然后再把获得的信息原封不动地输入计算机进行识别或理解，并将其结果记忆下来，或者根据需要进行运算处理，最后显示出处理结果，所以说它是一种新技术。

图象信息处理系统，本来就是各种识别技术的集合体。因此，图象识别技术确立与否，乃是图象信息处理系统成败的关键。



今后机器人要求的识别系统

(2) 现有图象识别技术达到的水平

现在的图象识别技术大致达到了什么样的水平呢?

例如，通商产业省工业技术院研制的“图象信息处理系统”，如果用来处理手写文字或打字文字，包括汉字在内可译解两千字以上。这种文字识别系统已经建立起来了。

还有的采用光学式文字读出装置(OCR)，读出文字的速度就更快了。如果是文件，每秒钟可读出一百个字，若是手写的文字如清楚的英文字或日文片假名则每秒钟可读出四百个字。

能理解人的语言的声音识别系统，如果预先把某个人（特定讲话人）的声音存储在微型计算机中，大体上可理解一百个字，可是要识别是谁的声音则只能理解十个字左右。

会说话的机器人，是采用声音合成芯片发出声音的。例如，在这种芯片上分别录制母音和子音，并将这两种声音组合起来构成“音素片合成方式”，以及预测与人的喉咙同样的形状并对这种形状进行计算，来模仿人的声音波形的“珀科尔（Percoale）方式”。

前一种方式用在松下电器工业公司的自动售货机上，而后一种方式则用于得克萨斯仪器公司的“说话和拼字”这种面向幼儿的教育机器或翻译机器上。

图形有彩色照片或彩色图片等，分析这种浓淡分明的照片便可进行图象识别。

（3）用不断产生的新技术来识别物体

还有在物体识别方面，也能从各种各样的物体中识别出多数波纹纸箱等的正方体位置、大小和样子，以及画在其表面上的花纹。

这样一些技术已经开始在机器人上采用了，今后无疑会取得进一步的发展。

人的信息处理功能，简直是无穷无尽的，具有难以想象的惊人力量。首先把过去的各种想法、知识和经验变成记忆信息积累起来，然后再与新进来的图象、接触或温暖等信息

进行比较，在一瞬间就能识别出它是什么东西。

最近正在盛行的研究开发项目，有“图象识别系统”、“自然语言理解系统”和“声音识别系统”。比图象识别技术更加接近于人的系统，有机器人、机械和家用机器等，已经取得具体成果。

七、步行是人的自然动作，可是对机器人的确是很困难的

如前所述，现在的机器人有的能模仿人的胳膊进行动作，有的则装上了能代替人的“五感”的各种传感器，于是就具有类似人脑的信息处理能力。

但是，现在尽管已经掌握了最新的电子技术和精密机械技术，在步行这个问题上还是相当落后的。

(1) 机器人之所以能成为人的朋友还是从步行开始的人出生一年左右就可以用两条腿站起来走路。可是要让机器人自己站起来走路，就出乎预料的难。当然这是专指用两条腿走路而言。

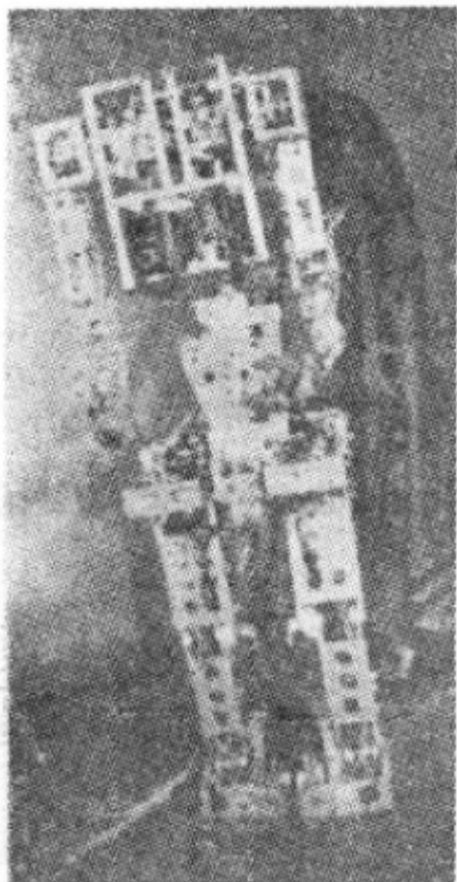
如果在机器人上安装四条或六条腿使之变成一种步行装置，就能以相当稳定的动作进行移动。有时遇到甚至连人或履带车都很难通过的复杂地形，这种机器人也能自由地进入。

但是，要制成真正象人那样的机器人，无论如何也要研制能用两条腿稳定走路的“二足步行机器人”。

(2) 机器人能用两条腿走路的日子什么时候到来
研究机器人用两条腿走路最著名的科研机构，大概就是

早稻田大学理工学院的加藤研究室。

加藤一郎教授主持的这个研究室，于一九六九年首先完成了世界上第一个气动式二足步行机械“WAP-1号”，并于三年之后进一步开发了液压式二足步行机械“WL-5号”。



步行机器人就是这样的外形
(早稻田大学加藤研究室提供的照片)

一世纪才能实现。

使这一研究得到发展的机器人，乃是一九八一年二月完成的“WL-9DR”。

这个机器人向前方行走时，基本上实现了与人同样的步行动作，在后腿往前迈进的同时，利用身躯倒向前方的惯性力走路。但是，这种步行是在一条直线上进行的，不能转弯。

加藤研究室研制的“WL-9DR”型机器人，据加藤教授说它才具有四、五岁孩子的行走能力。由此可见，象在铁臂阿童木或星球大战等漫画中出现的“R2D2”或“C3P0”那样完全与人相同且能用两条腿走路的机器人，也许要到二十

第六章 当前的机器人产业动向

一、从股票价格看机器人的身价日益高涨

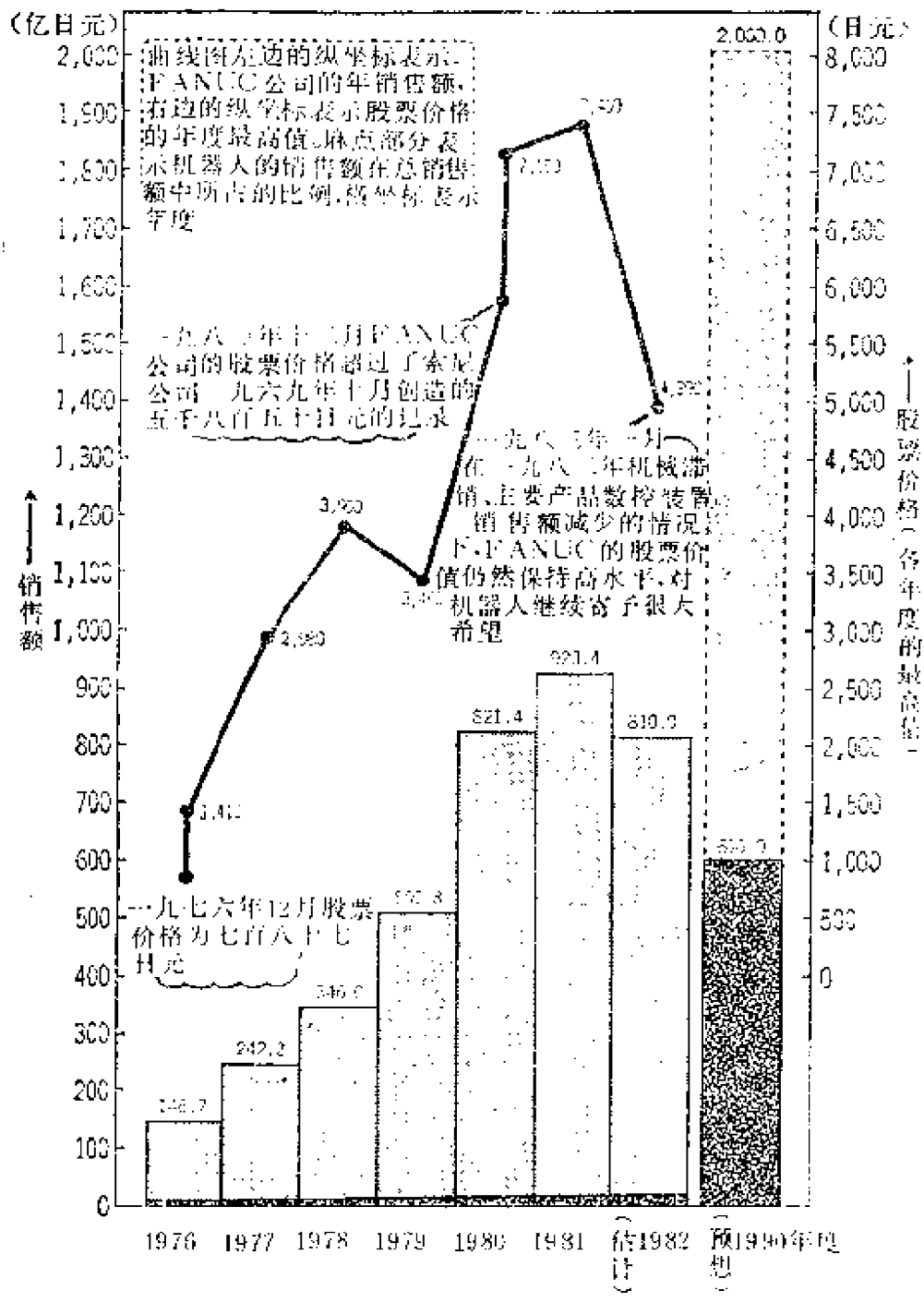
尽管现在仍然处于不景气时期，可是机器人制造业还是取得了迅速的进展。

这种产业的前景是大有希望的。现在可以看到以计算机为代表的电子技术正在不断进行惊人的技术革新，以及克服“不治之症”癌病的医疗药品、仿生技术（生物工程）、陶瓷材料等的发展，都将对机器人产业产生巨大影响。

（1）FANUC公司的股票价格上涨得很快

在这种时候根本不知道机器人的名声有所下降，这件事如实地反映出企业的股票价格。例如世界著名的机器人制造厂FANUC的股票价格，一九八〇年十二月刷新了索尼公司一九六九年十月创造的五千八百五十日元的记录。接着在新年伊始就取得了东京股票市场二部上场的资格，与此同时，使五十日元票面的股票价值一跃而上升到史无前例的六十日元大关，进而成为日本股票价格最高的一家厂商，经常被人誉为股票信誉是第一流的。

FANUC是一家实力雄厚的大公司，它所生产的用来控制机床加工的数控装置，控制着世界市场的百分之五十以上。但该公司的经理稻叶清右卫门先生还感到数控装置的发展会有极限，不得不全力以赴地加速发展工业机器人的生



FANUC公司经常保持最高值

产。

该公司预定一九九〇年的销售额将达到二千亿日元以上，而工业机器人的销售额将占三分之一左右，这是一个很了不起的势头。

另外，尽管在股票交易上还属于未上市的企业，但自命为具有“机器人职业介绍所”之称的大日机工公司也在大量生产机器人。最近，象这样从事机器人生产的中小企业，如雨后春笋般地发展起来了。

(2) 时代的信誉、产业界的“希望之星”

机器人制造厂在日本是很多的，现已接近二百家。所以，机器人声望较高的不只是上述两家公司，具有这种特征的企业无论在什么地方都会引起人们同样的注目。

另外，即使从引进机器人的企业来看，也可以发现最近业已开始从汽车或家用电器等大型企业向承包这些企业生产任务的中小企业如街道工厂等方面迅速发展的趋势。而且这种趋势才刚刚露头，今后一定会有更多的工厂引进机器人。

总而言之，机器人是一种非常有希望的产品，无论国内还是国外都有许多人热切期待着它的发展。所以说机器人是一颗“希望之星”，也是“时代的希望”。

二、现在已经取得领先地位的日本 机器人产业只有十五年历史

工业机器人这个词，可以说是一九六〇年在美国的《金属市场报》上第一次使用的。但工业机器人的概念乃是一九五四年一位美国机械师G·C·德鲍尔申请专利（一九六四

年登记)时提出来的。

(1) 德鲍尔制造“脑袋”恩格尔巴格制造“手脚”两者结合起来构成的机器人

距今三十年前,艾札科·阿西莫夫所著的机器人科学幻想小说,抓住了当时在纽约州哥伦比亚大学学习的一名物理系学生的心理。那个学生的名字叫做约瑟夫·法·恩格尔巴格(Joseph·F·Engelbaager)。最后他成为尤尼梅逊(uni-mation)公司的总经理。一九五六年他才满三十一岁,当时担任了小型飞机零件制造厂的主任工程师,在一次鸡尾酒会上偶然碰见了德鲍尔,两人情投意合地完全成了机器人的“俘虏”。后来兴办了世界闻名的机器人制造厂——尤尼梅逊公司。

就是说,假如德鲍尔设计的是工业机器人的头部,那么身为机械工程师的恩格尔巴格则负责配合设计机器人的手和脚。奇妙的是,由于这两个人的密切配合,在头脑部分装上手和脚的设想终于成为现实。于是,工业机器人就宣告诞生了。

那么,德鲍尔最初考虑的工业机器人的概念究竟是什么样子呢?他认为机器人是一种机械,意味着“具有通用性的关节机构能进行多次重复作业,并且可以通过程序改变其作业内容,还具有能抓取物品并使之移动(传输)的能力”。也就是现在的示教再现机器人。

德鲍尔当时由于工作上的关系,曾经参观了许多工厂。他发现绝大部分机床都实现了现代化和高性能化,而在机床上装卸工件的作业却仍然要靠人工进行。同时他还注意到外围作业所需的时间相当长,而核心部分的加工时间又非常

短，也就是真正的切削时间大大少于上下料等其它作业时间。他想怎样才能使这种作业合理化呢？于是想出了机器人的概念。

因此，德鲍尔以这种专利为基础，再加上恩格尔巴格的合作，终于在一九六二年办起了尤尼梅逊公司，在那里制成了工业机器人第一号实用机“尤尼梅特机器人”。

尤尼梅逊 (unimation) 这个公司的名称，是通用 (universal) 和自动化 (automation) 的合成语，也就是取前者的前半部分和后者的后半部分拼凑而成的一个新词，是通用自动化的意思。现在世界上有许多工厂都采用了该公司的工业机器人，并以饱满的热情欢迎参观者。

德鲍尔和恩格尔巴格两人的设想终于成为现实。曾有一个时期，一提起工业机器人就是指尤尼梅特机器人而言的。事实上它已经成为世界上的机器人的代名词了。另外，几乎在同一时期，还有美国的AFM公司也制成了名叫“万能搬运者”的工业机器人，从而迎来了机器人时代的首创期。

当时的尤尼梅特或万能搬运者与现在汽车工业中广泛使用的“点焊机器人”等各种类型的示教再现机器人相比，基本上没有大的差别。作为用户来说，美国有一个叫做《汽车工业》的杂志，大肆宣传通用汽车公司设在加拿大罗斯敦市一家工厂试用尤尼梅特机器人的盛况。日本的汽车工业当初也受到美国汽车工业这种动向的启发。

(2) 比美国晚五年起步的日本机器人产业

日本于一九五九年由东京工业大学的森政弘研究室试制了第一号人造手，在六十年代前期开发了各种各样的固定顺序式工业机器人。

但是，工业机器人能显示出高度的柔性和通用性，并且被人们承认它确有实力的原因，是出现了“示教再现”型的机器人。这种机器人可以多次准确无误地重复再现人们教给它的作业。

示教再现型机器人在日本与观众见面的时间是一九六七年。川崎重工业公司的前身——川崎飞机制造公司与美国尤尼梅逊公司搞技术合作，引进了尤尼梅特机器人，进而引进了该公司的技术，率先开始制造了国产机器人。这是美国发表尤尼梅特和万能搬运者两种机器人五年之后的事情。

现在，日本作为机器人王国已经被国内外人士一致承认了。但是，这一辉煌成就从美国引进技术那时算起，最多也不过十五年的历史。

三、后起的日本超过了先行的 美国。机器人的研制是与 故障作斗争发展起来的

工业机器人是在美国诞生的。为什么发源地的美国未能成为机器人王国，日本反而登上了机器人王国的宝座呢？

尽管其中有种种原因，但作者认为美国在机器人的研制上首先取得成功后，就过着悠然自得的舒适生活，而日本则急于从贫困中求得解放，始终努力学习、刻苦钻研、追求进步，两者对待事物的态度不同，再加上形势的差别，所以日本后来居上。

（1）树立雄心壮志的日本产业界人士

总的来说，如果仔细观察一下工业机器人的结构，就可

以知道基本技术的确是美国领先。但是，要在一般产业界广泛采用机器人，则在成本和功能等方面还有许多问题尚待进一步解决。

要解决这些问题，则需要机器人制造厂和用户结成一体共同设法改进。通用汽车公司、福特汽车公司和库莱斯拉汽车公司，当时已经是世界上的三大汽车公司，它们引进机器人公开表演吸引了很多观众，对推广运用起很大作用。

面对这种形势的日本汽车工业界认识到，如果不采取措施赶上或超过美国，就无法同美国竞争，甚至难以维持现有的生产。这样一来，日本便积极果敢地抢先引进工业机器人，出现了制造厂和用户同心协力发展机器人的新局面，取得了很多成功的例子。日本政府和民间企业共同努力追求新的可能性，也是一项重要措施。

其结果，导致了今天日本成为机器人王国，采用机器人的产业也具有极大的国际竞争力。

美国生产的这种工业机器人，在生产线上实际应用时的最大课题，就是同故障时间作斗争，我想这样说并不过分。

在一九六七年，把工业机器人从美国介绍到日本而形成的机器人热，没有持续多久就冷了下来。尽管当时大肆宣传机器人能起普通工人的作用，可以解决人手不足的问题，但是重要的机器人技术和性能没有达到支持这种宣传的目的。

(2) 故障平均间隔时间提高到三十倍

机器人的最大问题就是可靠性差，亦即在使用时很容易发生故障。例如，在汽车生产线上机器人能进行的工作就是点焊或喷漆的部分作业，可是如果在这些工序上发生故障就会引起整个生产线的停工，其结果必然造成由于引进机器人

而导致很大的生产损失和成本的增加。

安藤彦夫是川崎重工业公司的顾问，曾任日本工业机器人协会第一任会长的职务。他就当时的实际情况回忆起这样一段往事：“当初的机器人在车间里使用刚刚超过一百小时就发生了故障，于是车间内的工人提出了愤怒的意见，要求很快修复。因此制造部门就拿回去修理，再拿回来安装好，反复进行了多次，直到可靠性稳定下来为止，连续花了两三年的时间。”

由此可见，工业机器人真正能在车间使用的初期阶段，实际上就是“与故障作斗争”的过程。川崎重工业公司为了稳定工业机器人的质量，聘请各种各样的专家组成了项目小组，从设计开始，经过制造、检查、运转直到维修、管理等一系列过程，进行了彻底的改进。

大约用了两年时间，将机器人的故障平均间隔时间（MTBF）从一百小时提高到一千小时。象现在这样，把机器人的MTBF提高到二千五百小时，并且能继续保持这种高度的可靠性，大约需要五年以上的岁月。

工业机器人被用户承认是一种可靠的产品，并且能够编入生产线中实际应用，主要原因是MTBF超过了二千五百小时。

这是因为在机械技术发展的同时，集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路和微型计算机等电子技术取得了迅速发展，再加上两者的有机结合，也就是机电一体化出现，才有实际可能使MTBF达到和超过二千五百小时。

现在，工业机器人最先进的MTBF可达到三千小时左右。许多机器人制造厂都在努力设法使MTBF能够延长到七

千至八千小时，尽量制成不用维修的机器人。

四、机器人之花在日本盛开大概 是受到“铁臂阿童木” 的影响或由于“经济 环境”的差异

由许多因素汇集起来，在时代潮流中作为结果体现出来的一种现象，往往不可能用一句话加以说明。至于“日本机器人工业为什么会取得这样大的成就”，实际上也不可能是一两个因素决定的，当然也不可能简单地予以说明。

因此，重要的问题在于主要或次要因素，取决于错综复杂的环境和纵横交错的事物以及各种不同的情况。

(1) 心理上的“土壤”和经营素质等条件均已具备

例如，日本人通过漫画“铁臂阿童木”大肆宣传之后，消除了人们对机器人的不舒适感和恐惧感，与欧美相比在人们的心理上已经具备了容易接受机器人的“土壤”。

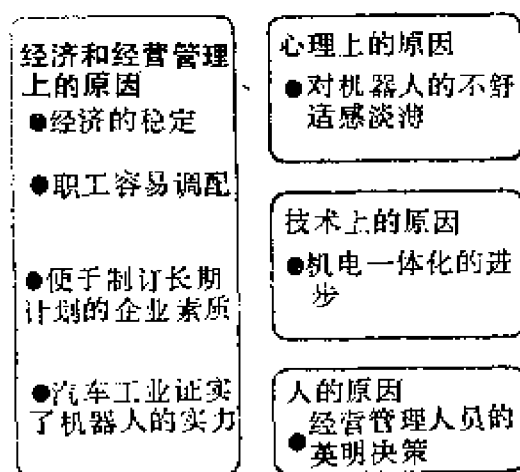
另外，也有人过去曾经多次指出，日本机器人工业兴旺发达的最大原因有二：第一是日本具有高度发达的电子技术，支持机器人在实际中的应用；第二是汽车工业率先采用了机器人，证明效果显著。

当然，石油危机之后的日本经济，既属于依赖出口的类型，与许多外国相比又取得了稳定的发展，也是原因之一。在国民经济成倍增长时期，由于引进机器人而出现的剩余人员，有被其它行业或企业吸收的条件，也是促进机器人工业发展的一个不可忽视的因素。

还有人进一步指出，日本与欧美各国的经济素质不同，也是机器人工业迅速发展的一种原因。的确，欧美各国采用了按照职能划分的劳动组织，由于引进机器人而失去工作机会的人立即成为解雇的对象，因此对于机器人的变态反应当然很强烈。

在这个问题上，日本就解决得较好，由于企业内部采取组合制便于调配工人，因而具备了引进机器人的有利条件。

关于经营素质，美国企业最高领导人的经营责任，就是在本期内获取全部利润，而不象日本那样考虑五年或十年之前难以忍受的赤字压力，要建成机器人制造业必须经过很长时间，才能达到经济合理的目的。美国人不象日本人那样瞻前顾后全面考虑问题，正如尤尼梅逊公司总经理恩格尔巴格所说：“他们讨好股东，把获利的希望寄托于下一年度而一直干到现在”，努力工作的人总是努力工作的。



日本机器人迅速发展的原因

(2) 经营管理人员的传奇故事就是培育机器人产业
从另一方面来看，日本的机器人产业之所以能够发展到

今天这样的地步，绝对不能忘记多次考验的过程。例如，第一次机器人热，很快就冷下来了，在遭到石油危机冲击时，也有一些企业从工业机器人的生产上退下阵来。

在参加研究和生产机器人的人们中间，有很多是机器人的爱好者，他们对机器人充满着无限的爱并寄予很大的希望。如果不是这样的话，过去的考验也就不可能过关。

从企业的角度来看也是同样的。在经营管理人员之中，有许多人一直对机器人感到恋恋不舍，总是相信它将来会得到发展，因而才有了今天这样大的飞跃。然而在现实中，只有那些喜欢断然下结论而又冷若冰霜的经营管理者才对机器人不抱什么希望。

于是，在这样的企业中，现在就有人对当时的经营管理者有些怨言：“那时如果企业的上层人士少许深入一点理解的话，那么现在……”。

机器人有着以往任何机械都未曾有过的传奇式故事。这些故事，虽然不能与科学幻想小说中异乎寻常地把机器人描写成的模拟人相提并论，但是对于不了解机器人的人来说，也可以认识到机器人将会永远存在下去。在机器人尚未站稳脚跟的时候，曾经有人认为工业机器人协会的长期需求预测，相当于醉汉的胡言乱语，或者相反，把它看作希望之光照亮了光明前途。所有这些，大概都可以说是不同类型的经营管理者们的传奇故事吧！

经营管理者有没有在机器人的问题上作出大力发展的决策，是机器人事业成败的关键。有了大力发展的决策，才能使机器人从工业领域向着更广阔的领域迅猛发展。因而今后也会有传奇的故事不断发生，这对机器人制造业，甚至对日

本经济的发展将会进一步增强信心。

五、引进机器人的卓越成效表明机器 人是企业合理化的王牌

如果把人也作为机械加以考虑，那么能够象人那样从事各种作业的柔性机械，迄今为止无论在什么地方也没有看见过。但是，大量重复性的简单作业，对人来说也是不好对付的。此外，由于不可避免地在生产现场进行各种作业的

象喷漆机器人那样比人工作业还要慢，效率似乎还要低。但是，无论怎么说，机器人都可以连续工作二十四小时，甚至更长的时间，速度一直不变，而且也没有任何浪费的时间。总的来看，生产能力还是增大了。

产品质量的提高和生产能力的增大，不仅大型企业非常重视，就连中小企业也把它作为生存的策略，成为极大的战斗力。

例如制造汽车零件的中小企业，曾向其母公司报告了这样一件事：“过去制造一个零件，如果不卖三十日元就不能获得利润，而引进一台冲压机器人之后，只要卖二十五日元便可确保正常的利润。过去最大限度月产汽车零件两千个，可是由于有了机器人，便可把月产量提高到五千个。”

在质量稳定的基础上，交货价格也下降了。在没有增加设备的条件下，工厂生产能力扩大到原来的两倍半。这就使得母公司（大企业）不能不依靠中小企业的力量，来发展自己的生产。

进一步地说，由于采用工业机器人，在变更产品设计或型号时，就不需要重新调整设备的平面布置，从而节省了资金和时间。这种场合只要改变一下输入机器人中的程序就行了。由此可见，工业机器人确实有很大优点，每一台机器人都具有广泛的通用性，可以适应各种生产条件的变化。

（2）各企业引进机器人的做法

如果看一下各种不同类型企业引进工业机器人的状况，便可知道大型企业和中小型企业引进机器人的目的和做法上，都有一些差别。

例如汽车制造业和家用电器制造业等大型企业，引进机

机器人的目的至少是为了节省人力、提高生产率和产品质量，从而降低成本和加强国际竞争能力。这些可以说是它们的最大着眼点。因此，为了提高生产率和彻底实现生产的合理化，过去曾在焊接、喷漆和搬运这样一些工序中大量采用机器人，而下一个目标将是在装配工序上采用智能机器人，来实现装配自动化。

另外，在机械加工工厂里，有大量的数控机床和加工中心，如果使机器人与这些机床配合起来进行工作，再通过计算机进行综合管理，便有可能构成柔性制造系统（FMS）。这种系统实际上就是能在二十四小时内连续进行生产的无人化工厂，而这样的工厂现在已经不是梦想，的确变成了现实。将来的加工装配联合工厂，也在朝着这个方向发展。

引进工业机器人的中小企业，其主要目的并不是为了减少人员。在中小型的街道工厂里，而且是作业环境不好的工种，由于不能确保足够的技术工人因而下决心引进机器人者占了一大半。这些工厂在恶劣的环境中确保足够的劳动力是首要的目的。

这样的街道工厂，还没有把年轻的优秀技术工人和熟练工人集中起来，因而它们的产品质量不够稳定。从母企业的角度来看，这类工厂中的问题是很多的。而引进机器人在产品质量的提高和稳定上，发挥了很大威力。

六、不仅大工厂能使用机器人， 街道工厂通过租赁方式也可使用机器人

工业机器人无论发挥多么大的威力，如果象丰田和日产

那样的大型汽车公司，只是在装配工厂里普及应用，也不会象现在这样有许多人都亲身感觉到机器人热！

无论如何，日本的中小企业占绝大多数，可以说全国有百分之九十九点四的工厂是中小企业，如此众多的中小型街道工厂能够开始普及机器人，工业界的机器人热才具有重大意义。

（1）正在形成对用户有利的市场

如果有需要是否就可以采用机器人呢？说起来也并不那么简单。对于底子较薄的中小企业来说，最大的问题就是机器人的价格太贵。它们虽然想引进机器人，可是象过去那样每台机器人的价格高达一千五百万日元，能够购买的工厂的确为数不多，工业机器人只能成为少数优秀企业的占有物。

可是现在，机器人已经成为大量生产的通用产品，随着机器人制造厂的增多，机器人的价格大幅度地下降，曾有一个时期下降到原价的一半左右。

这是因为构成示教再现机器人头脑的微型计算机大幅度地降低了价格，以及机器人制造厂增多的缘故。例如，只是生产电弧焊接机器人的工厂就有十四家之多，它们之间展开竞争不仅使产品价格有所下降，品种规格也能做到丰富多彩，从而使用户有了选择余地。

（2）租赁制度的确立可以更加有效地使用财力

在中小企业普及机器人，能起到决定性促进作用的因素，便是租赁制度的确立。假如每台价值一千万日元的机器人被租借七年，则一个月的租金只有十二万日元。另外，这样一些租金全都可以作为经费处理，譬如将法定耐用年数为十年的机器人以七年时间进行租赁，则其结果就等于将折旧

期间缩短到七年，比购买时所担负的税金要少得多，这也是税制上的一个有利之点。

在租赁时，不需要象购买时必须筹备那么多的资金，更不必记入固定资产台账，也不需要办理象纳税报告那样的各种繁杂手续。如果按照计划进一步规定租赁期为三至八年，就可以避免技术的老化，同时也就有可能适应日新月异的技术革新。

这样一来，就能得到资金的保证，即使是街道工厂也能开始逐步普及机器人。

采用一台机器人，就能以年轻工人同样的准确度去完成汽车零件的焊接任务，而节省出中年的高级工人从事别的工作。现在，这种情景已经不那么稀奇了。

七、利用展览会与各种宣传品寻找适合本公司使用的机器人

(1) 如何寻找适合本公司使用的机器人？

面对这个问题，应该首先明确从哪些方面判断引进机器人是合适的。我想最重要的方面，就是要看引进的机器人是否与社会上的机器人热相适应，而不能走轻易引进的道路。

这是由于现在工厂中制成的机器人，只能在冲压、焊接和喷漆等极小的制造领域里使用的缘故。也就是说，现在的机器人还不可能在所有的工序中使用。另外，机器人也不是根据特殊订货制造的，而是一种大量生产的通用性机械。因而在引进机器人时，必须注意能否在本公司切实发挥作用的

问题。

最近的机器人制造业虽然相当发达，但在实际中能经久耐用的机器人还只能是极少的一部分。彻底了解已经投入生产的机器人，能否在自己的工厂中真正应用，乃是判断引进机器人适当与否的基本标志。

一般考虑自己的工厂引进机器人时，必须搞清楚哪一家工厂制造什么型号的机器人最为合适的问题，也就是首先准确地引进一台机器人，待考验一段时间之后，再向该制造厂订货第二台、第三台机器人。因此，为了对实际中应用的机器人进行了解，最好是利用展览会或各种宣传小册子，特别是在展览会上如能接触实物进行研究那就更好了。

那么，机器人展览会都在哪些地方举办呢？目前都以东京都晴海市为主，有时也在大阪、名古屋和横滨等地举办，范围一般限定在太平洋沿岸一带的大城市，地方城市基本上没有举办过机器人展览会。

因此，对机器人的需求大约有百分之八十以上，也都集中在太平洋沿岸一带的大城市，从东京、横滨开始，经过茨城、栃木到滨松、名古屋、大阪以至广岛等地的工厂，都有引进机器人的例子。

但是中小企业为了寻找适合自己工厂需要的机器人，采取了一种最捷径的手段。这就是同站在中间立场上的日本机器人出租公司商谈。这种商谈比较公正，不会偏向于特定的企业，而是站在客观立场上行事。

(2) 机器人的品种和数量能否满足用户需求？

日本机器人出租公司（简称 JAROL），通过多数有代表性的机器人制造厂，几乎备齐了现在产业界实际使用的机

器人（拥有全国优秀机器人的百分之九十八）品种。因为有了这样一种体系，当然租赁机器人的数量是不会受到限制的。

JAROL 接受和利用与机器人有关的一切咨询服务，例如在引进准备阶段提供使用机器人的实例和技术信息，以及协商设备资金问题和提供半旧品种的斡旋资料、销售、维修，还有机器人工程服务，等等。

总之，即使一点也不了解机器人的人，如果到了 JAROL 也能通过磁带录象机的介绍和说明，了解各工厂制造的机器人。

JAROL 的机器人品种

①装配和材料搬运	⑥成形品的取出
②点焊焊接(点焊)	⑦装在机床上
③电弧焊接(弧焊)	⑧重物搬运
④喷漆、密封、涂敷	⑨其它机器人
⑤冲压、锻造	⑩工程服务

另外，最后决定引进机器人时，虽然希望专家去检查现场，可是JAROL 也要派人到这样的工厂进行检查。然而JAROL 的出租方式，虽说是有偿出租，但在租金中不包括出租机器人的维修费用。因此，关于维修问题，则需引进企业与机器人制造厂共同协商解决。

引进机器人的企业除了向JAROL提出咨询问题以外，还可向日本机器人工业协会（工业机器人制造厂的组织）进行询问。这两种方法都可以采用。

八、引进机器人时，从工厂布局到维修、检查都应该做好哪些准备

引进机器人时，最值得注意的就是利用机器人的工序与其前后工序的平衡问题。

(1) 必须改变工厂布局和对职工进行教育

无论机器人本身能做多少优秀工作，如果前后工序的生产能力不能与机器人的生产功能相平衡，那么，在采用机器人的工序上就会有许多半成品堆积起来，不能提高整个工厂的效率。

引进机器人时，不仅要考虑“点”的自动化，而且还要考虑“线”甚至“面”的自动化，应该把机器人作为自动化的一个环节加以利用。

重要的问题还在于彻底分析和掌握接受的订货量和现实的设备开动率，并且充分探讨引进机器人究竟能有多少好处。

在引进机器人的企业，如果机器人的实际工作天数，在一个月內只有十天的话，那么从经济角度来看，引进机器人反而会成为企业的负担。

引进机器人就是要以这种实际工作天数为主，周密计算其经济效益。这样的准备是非常必要的。

如果买进一台机器人放在一边不用，那就什么问题也解决不了。认为机器人不应该单独使用的道理并不错。例如，假使没有与该厂的生产方式相适应，也没有把机器人同能够翻夹具等倒转装置组合起来使用，就不能发挥应有的作用。

因此，需要在事前就这个问题对职工进行教育。这是在引进机器人之后，使其发挥应有作用的关键。所谓“在研制适合本厂需要的外围设备上，要花费百分之五十的精力”，也是这个道理。

(2) 在企业内部培养熟练工人负责机器人的维修与管理

工业机器人与过去的专用机相比，其最大优点就在于能够通过交换控制机器人的软件，而且具有较大的柔性。采用一台机器人就能很容易地改变许多作业内容。

最初引进机器人时，所需的软件当然全部由机器人制造厂提供，可是在这些软件发生故障时，制造厂就会强调“机器人还在工作”而置之不理，尽管用户多次请求派人来修，也总是迟迟不来。因此，在引进机器人的企业里，需要培养一批能够简单修理软件的技术人员。

另外，软件本身也仅仅是机器人制造厂最初带来的那些东西，无论到什么时候也是单模式的，总是不能很好地发挥机器人的作用。若是单模式的自动化，则专用机的效率要比机器人高得多。既然如此，那又何必采用机器人呢！

因此，如果确实想要百分之百地利用机器人的优点，就要有能够专门编制软件的程序员。

如此看来，引进机器人是一件很麻烦的事情，如果要雇用熟悉计算机的专业人员，反而会给企业增加一些负担。但是，现在已经有许多单位正在培养为使用机器人而编制程序的程序员，例如机器人制造厂就建立了两三所专门培养程序员的学校。将要引进机器人的企业，则希望事先派出一两个人到这种学校去学习软件业务。这种人，不需要具备任何特

殊知识，也可以说是积极利用由于采用机器人而节省出来的多余人员的一种机会。

凡是这样做的具有多工种的企业，如能在适合不同类型工厂需要的机器人和外围设备上配备独立的软件，则不仅能使该企业本身进行合理化和提高生产效率，而且还可以把它作为机器人生产系统反过来向外推销。

在自己认为已经是机器人制造厂的企业里，也可以把当初作为用户使用的产品确立起独特的技术体系，正式参加机器人产业进行各种活动。

九、机器人能帮助日本 解除国际贸易摩擦

日本出口的产品很容易引起欧美各国的挑剔。据说最近日本向海外出口的机器人正在增加。在这种情况下，是否会有人担心引起贸易摩擦呢？

(1) 出口机器人对解除贸易摩擦也是有用的

在贸易摩擦问题上，曾经有过这样一种论调：各国都有由于引进机器人而产生失业的现象，或者由于日本的机器人化使得世界贸易的紧张关系更加严重起来。但在另一方面，机器人所具有的威力和将来的发展也是不可忽视的。日本是机器人的先进国，国家对于机器人制造业给予很大关怀，在多数情况下总是希望各产业之间搞好关系，进行紧密的技术合作。这种在发展机器人上的积极合作方式，也可以说是发展国民经济和缓和贸易摩擦这样一箭双雕的对应措施。

不管怎样，最近几年有些外国人对于日本制造的机器人

不断倾注着“热情的目光”。例如，最近访问日本的外国要人曾经写的“机器人题词”，就说明了这一点。中国总理邓小平参观日产汽车公司的追滨工厂时，看到机器人工作的情景，就高兴地说“这的确是一座现代化的工厂……”。

比利时经济使团团长阿尔贝尔殿下，在参观 FANUC 富士工厂时，也以非常激动的心情说：“看到你们的机器人化，实在令人钦佩，它预示着产业的未来”。

英国首相玛·撒切尔也参观了工厂。她在参观时微笑地说：“英国也务必请你们帮助建设一座这样的工厂，那



参观FANUC富士工厂的英国首相玛·撒切尔
(FANUC公司提供的照片)

时将给你们颁发勋章！”

实际上，以英、法、联邦德国和比利时为中心，发展了许多以工业机器人为骨干的自动化系统。其中有不少是与日本企业搞技术合作的结果，而且对方企业几乎都是象国际商业机器公司、通用汽车公司和通用电气公司那样一些世界上超一流的大公司。看了这些事实，也可以感受到日本制造的机器人所具有的优越性和国外企业对日本机器人事业的极大关心。

十、“机器人王国的日本” 这一宝座有点靠不住了

虽然说日本是当代的“机器人王国”，但这只是就机器人的适用技术具有多样性而在某种意义上出类拔萃的这一点而言的。真正的基本技术和软件的研制，日本未必能够领先。因此，今后日本在进行下一代智能机器人的研制中，如果不能开发独创的基本技术，那就不能说“机器人王国”日本的实力是“货真价实”，也很有可能“昙花一现”。

(1) 日美两国的研究开发费相差两个数量级

注意到机器人重要性的欧美各国，最近已经开始把机器人的研究开发提到国家一级进行管理了。其中具有威胁实力的当然是美国。美国也是一个能把探测卫星发射到木星和土星上去的超级大国，仅从掌握的这项技术来看，它的技术开发能力是非常大的。

例如，过去关于机器人的研究，只是局限于斯坦福大学研究所和马萨诸塞州理工学院等几个地方，而现在卡内基·

梅伦大学也设立了“机器人研究所”，密歇根大学也新设了“机器人技术中心”，帕多威大学也同样建立了机器人研究机构。

而且，日本的科研经费远不如美国多，例如日本大学研究室的科研预算，每年最多只有几千万日元，而美国梅伦大学机器人研究所的年度预算，竟高达十亿日元。

早稻田大学教授、著名的机器人研究者长谷川幸男，最近访美时看到了美国科研事业发展速度之快和规模之大而感到吃惊。美国的研究开发费用和日本相差两个数量级。这种超出预料的发展，实在令人不安。从这样的研究规模来看，日本无论如何也赶不上去，可以说美国开发新的大型基本技术的可能性是很大的。

另外，美国政府还在一九八〇年制定了“技术革新法”。这个法规定了哪些内容呢？总的来说，就是在机器人和仿生技术等四个革新课题上作了具体规定，并设立了基础技术开发中心，年度预算拨款四千万美元（约一百零四亿日元），列入国家下一代的技术开发项目之中，加速科学技术的全面发展。

美国的计划不仅是研制智能机器人，就连机器人的用户也发生了很大变革。例如，美国通用汽车公司就公开发表声明说，到一九九〇年将在该公司的生产线上引进一万五千台工业机器人。而现在该公司只有五百台机器人，就连丰田汽车公司或日产汽车公司现在使用的机器人也不过八百台左右。由此可见美国通用汽车公司规模之大了。

（2）劳资双方在引进机器人的问题上也要取得一致意见

欧美各国通过与工会的关系，劳资双方可以取得一致意见，无论如何也要大量引进工业机器人。可是非常熟悉欧美实际情况的日本工业机器人协会的米本常务董事等人，曾经提出过这样的警告：“暂时的问题则当别论，但错误的看法是危险的”。

关于通用汽车公司引进机器人的计划，全美汽车工会联合会（UAW）并没有反对。美国企业在劳资之间关于引进和利用机器人的问题，已经取得了一致意见。至于由此而产生的失业问题，国家和企业都担负着对工人进行再教育的责任。他们就是朝这个方向奋勇前进的。

（3）三年后美国将要超过日本

在欧洲，联邦德国也是不能轻视的。它培养的技术力量，甚至超过了美国的基本技术力量。最近在机器人的研制上已投入了很大力量。一九八一年的年度预算为一百二十亿日元，其中有三十亿日元用来研制机器人。

法国也很重视机器人的研究，雷诺汽车公司已经着手推行机器人化的生产方式。

如果冷静地看一下欧美各国的上述状况，就可以知道日本“机器人王国”的宝座并不稳如泰山。其中特别值得注意的恐怕还是美国，假如按照现在的趋势发展下去，美国的机器人大概在三年之后就要超过日本！这样的估计并不是没有根据的。

第七章 机器人进入社会，人们的生活和工作将会发生哪些变化

一、机器人代替人的体力劳动。 人们将有更多的时间从事诗歌、 艺术、哲学和体育等方面的活动

在工厂里，由于引进了机器人而使得人们从危险、肮脏、单调和要求象机械一样准确的工作中解放出来。

古希腊贵族让奴隶从事体力劳动，而他们自己则把时间花在艺术、体育和哲学这样一些高尚的事业上。生活在二十一世纪的人则希望出现不再象使用奴隶那样的“黄金时代”。正如“机器人”这个词刚刚诞生时，捷克斯洛伐克的剧作家恰培克所设想的那样：“代替人们从事劳动的机器人”必将成为现实。

(1) 机器人能从事一切劳动

超越工厂范围进行劳动的机器人，例如在西伯利亚零下几十摄氏度的边远地区，能代替人去开垦荒地的机器人已经成为现实。

不仅如此，机器人还能在深海的海底、高山的顶峰、地下深处和宇宙空间等没有被开垦的地方进行劳动。

如果出现能够独立行动的机械，或者能用机械使用机械

的话，那就能够开发前人没有到过的地方，世界就会变得更加广阔。机器人便是适应这种需要去实现人类不寻常的设想和期望的。

另外，在广大的水田里进行耕耘或插秧等农业生产劳动，以及在深山里伐树或搬运木材等林产劳动，都属于第一产业的体力劳动，而这些劳动任务现在也都能由机器人去完成。

（2）第三产业也能采用机器人

例如，西友商场已在横滨市开设了一家机电一体化的实验商店，并从一九八三年十一月开始营业，这就说明第三产业也在推进机器人化。在这家实验商店里采用了自动化的流水作业方式，将毛重五百公斤一箱的货物从卡车上搬到仓库里，再进一步从仓库中取出送交“分货机器人”等一系列工作，全部由机械进行。机器人读出写在箱子上的条形码，便将商品搬运到指定的陈列台上，而店员的工作仅仅是陈列商品。

另外，机器人还能进行停车场的利用与管理、大厦的无人警备、太阳能的利用、光导纤维的通信，以及生鲜食品加工厂无菌系统的开发等各种各样的工作。可以说现代机器人，能掌握一切最尖端的技术。象这样一系列机电一体化作业的推广与过去的场合相比，可节省百分之二十五以上的依靠人工作的工作量，还可以节省将近百分之三十的能源。

可以设想，将来几乎任何工作都能由机器人去做。

二、被钢领^①赶走的熟练工人质问劳动的涵义是什么

从一九七七年到一九七八年造船工业不景气的时候，以三菱重工业公司为首的造船公司，有许多车间工作人员失去了职业，不得不分配到其它公司去工作。例如该公司就是在其集团内部找到景气的企业，将多余的职工支援给三菱汽车公司。这种情形是很多的。

(1) “钢领”赶走熟练工人

如果多余人员从不景气的造船厂向赫赫有名的汽车公司转移，那么在旁观者看来就认为是自愿的或合适的。但现实情况则完全不同，在造船业中成为主力的焊接工，乃是现场的焊接工人，而现在的汽车工业有一多半点焊工作是由机器人进行的，所以汽车工业并不需要这部分工人，他们中间有许多人已经转到小轿车的推销部门去了。以后这些工人所学的专门技术就完全没有用了，甚至由于转到非本专业的部门去工作而变成“神经质”，这样转业的例子不断发生。

现在的机器人浪潮不仅冲击着汽车工业而且也涉及到其它产业，现场的技术工人正面临着重新“受难”的时期。

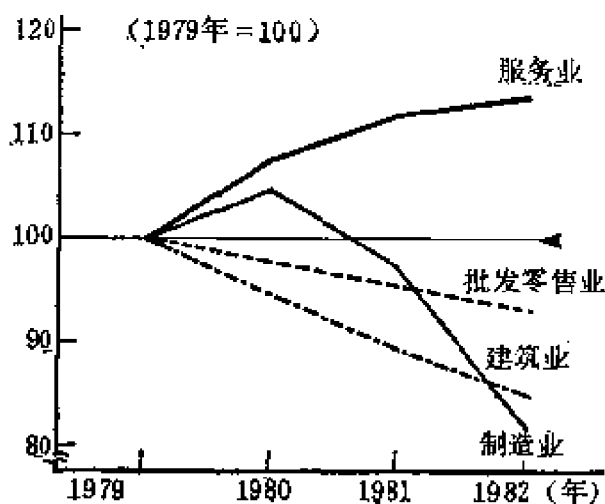
根据劳动省的统计，社会对高中毕业人员的需求率，一九七五年曾经达到实有人数的三倍以上，而在一九七六年只有两倍左右，到了一九八三年进一步降低到一点五倍，可以

译注①：美国的企业把职员叫做“白领”、把工人叫做“蓝领”、而把机器人叫做“钢领”。

预料今后几年还将继续这种状态。

这是因为日本国民经济长期持续不景气状态，再加上正式普及机器人而造成了技术工人需求量减少的缘故。

现在的情况是，大学毕业的白领（职员）和高中毕业的



制造业用人的新趋势

出处：《劳动经济动向调查》（劳动省）

蓝领（工人）都逐渐被机器人“钢领”所取代，而离开了他们的工作岗位。

（2）技术人员引以为荣的工作能力也发生了动摇

机器人进入工作岗位以后，不仅使在那里工作的人发生了职业问题，就连过去一直认为自己受过高等教育具有很高工作能力的技术人员也受到了严重影响。

例如，一九八二年放映的电视剧就有这样的场面。剧中的主人公是长年从事喷漆工作的工人，在公司里一直忠实于自己的工作岗位而勤奋地工作，可是后来机器人取代了他的工作，自己却变成了喷漆机器人的推销员。他站在顾客面

前，一面摸着机器人的胳膊一面完全表现出迷恋机器人的样子说：“我曾经从事三十二年的喷漆工作，可是这个家伙（机器人）把我从肮脏的喷漆工作中解放出来了，你只要教给它一次操作方法，它就可以在二、三十秒之内立即成为这项工作的主人，而且不受任何环境的影响，夜间也不喝酒，它的优点完全超过了我！”又说“每台机器人的售价为一千二百万日元，的确是很贵的。但是它的工作效率却为熟练工人的一点五倍，节假日也不要工作报酬，更不需要劳动保险和任何奖励。”

某汽车公司的一个大型代表团，曾经同我们商谈“想利用机器人取代全部喷漆生产线”，这个谈判已取得积极成果。

可是有一天顾客提出了这样一个问题：“你和机器人相比，谁的喷漆技术高明？”从此之后，我又开始对“机械管理社会”发生了疑问。

我一直在“人比机器人高明还是不如机器人”这个问题上苦恼着。经过反复思考才认识到：“我是有三十多年经验的熟练喷漆工人，怎么能和机器人做同样的工作呢？如果真的和机器人一样，那么人生就完全没有意义了。所以我不能同意和机器人一样的说法。”并且以作为熟练的喷漆工人而引以为荣。于是，我要大声疾呼：“在年过五十岁的三十二年里孜孜不倦地勤奋学习和掌握的喷漆技术，仅在二、三十秒的时间内就被人夺去，怎么能够容忍呢？今后，绝对不能教给机器人以任何工作。”这可以说完全反映出被机器人夺去职业的中高年熟练工人的心情。

诚如在这个戏剧中所看到的那样，过去需要高度熟练的

喷漆技术或焊接技术的工作岗位，正在被机器人所取代。机器人的工作效率与人相比优越得多，不但速度快而且质量好，不会发生浪费与损失。

例如，制造集成电路时，使用的就是“自动焊接机器人”。这种机器人焊接一条电线只要零点二秒的时间就够了，与过去由身穿白色工作服的女工在显微镜下进行工作的情形相比，无论在精度上还是在速度上都有过之而无不及。

如此看来，不需要熟练工人的时代，一定会到来！而且，今后不仅要普及加工用的机器人，还要普及推广“装配机器人”。所以，今后工厂需要的人将会越来越少。

到了那个时候，人们的立场将会变成什么样呢？如果机器人仅仅是夺去了人的职业，而且资方又能把失去原职的人员安排到别的工作岗位上去，那就不会出现什么大的问题；可是如果失去原职的人再也找不到什么其它工作，则引进机器人的结果就不会给人带来幸福。

引进机器人很有可能出现这样的后果：要么使人享受更加丰富的高级生活和工作待遇；要么被“钢领”夺去唯一的工作岗位，从而增加失业者，引起社会的不安。

所谓“钢领也能领取会费”，这是由于机器人进入工作岗位之后削弱了工人组织，完全凭着经营管理人员意志办事的结果。这件事虽然已经引起人们的担心，可是人们还是感到很有希望……。

三、白领阶层的危机。 办公室里也有剩余劳动力

被机器人夺去职业的不仅是“蓝领”，最近由于发生了机械电子学革命，也就是随着机电一体化产品的普及，即使在办公室里也开始夺去了“白领”的职业。“信息维新时代已拉开序幕”，机械电子学革命以及伴随这种革命而发生的社会变革，就是这样表现的。

(1) 办公室的人多出来了

制造家具和办公机器的有名厂家冈村制作所，总共有两千两百名职工，可是总公司的办公人员只有三十名。为什么该公司的职员这么少呢？主要原因就是配备了二十多台计算机和终端设备，总公司和各营业所之间的业务处理均由联机系统进行。处理年销售额六百亿日元业务的经理部门，也只有五个人。

生产肥皂和洗涤剂的大型企业花王肥皂公司，于一九八二年十一月完成了日本第一套经营管理干部专用的信息提供系统。这种系统的功能非常广泛，只要按下电钮，无论什么时候都能得到你所需要的信息。例如，从“原材料价格的世界动向”开始，一直到公司负责人必须知道的重要新闻，以及同行业其它公司的动态等将近一百种信息，均可以随意得到。

由于办公室自动化的进展，到底能够节省多少人力，目前尚无确切的数字可以说明。但是有一点是肯定无疑的，这就是已经出现了专门进行事务处理或转达业务的人员以及事务管

理人员等被赶出办公室的事态。随着这种事态的发展，“白领”的工作内容和人与人之间的关系也要发生变化。

如果说起“白领”工作的现场，最一般的情景就是在办公室里有位部长端正地坐在带有扶手的转椅上，接着就是几名课长和股长(系长)，再往外就是一般职员对面排列成行，坐在一起办公。

在这种场合，有一种比办公能力更重要的人与人之间的关系，例如：“喂！某某君，今晚去喝点酒怎么样！”

可是在推进办公室自动化的办公室里，关于处理业务的问题也不再采用部长——课长——系长——办事员这样的形式了，而是通过显示屏由部长直接指挥承办人员进行工作，而且对于这种指示工作，只能在显示屏上清楚地显示出完成的程度，至于“借故推辞”或“阳奉阴违”等表现，就不得而知了。这样一来，好奉承上级的职员，就有点惶惶不安。

如此看来，办公室自动化的进展正在改变着办公室里人与人的关系，工作的质量也向重视脑力劳动方面转移。

将来把家用计算机和公司里的计算机联结起来，便可任意查找自己所需的电子文件，或者接受电子信件的报告与指示，在家里就能象到公司去上班一样办理自己应该做的事情。这样“在家上班”的时代，可以说已经到来。

当办公室合理化发展到高潮时，人事状况究竟会变成什么样子？公司的组织又将如何改进？对于这些问题谁也不大清楚，但办公室自动化却正在迅速地发展着。

四、开辟各种各样的新型产业， 产业结构将会发生变化

机器人并不象电视机或立体声收音机那样，只要按一下电钮就能开动起来。因为机器人的头脑是电子计算机，如果不事先教给它要做些什么工作以及按照什么程序去进行工作，那就什么用处也没有。因此，象最近那样，随着机器人从大企业向中小企业推广普及，制造机器人用软件的企业就应运而生，并且以迅猛的趋势向前发展。

(1) 与机器人相关的软件产业发展迅速

编制机器人用的软件（程序）比较复杂。从引进机器人的总体设计（全面规划）和实现企业化之前的调查研究（可行性研究）开始，直到引进、安装、运用和管理为止，这一系列过程都要进行深入而细致的工作。这种工作看起来很麻烦，可是从事这项工作的机器人制造业或机器人咨询业，实际上做了许多有益的工作，且享有盛名。

另外，为使机器人向中小企业普及，出现了机器人租赁业，保险公司也开展了机器人的保险业务。

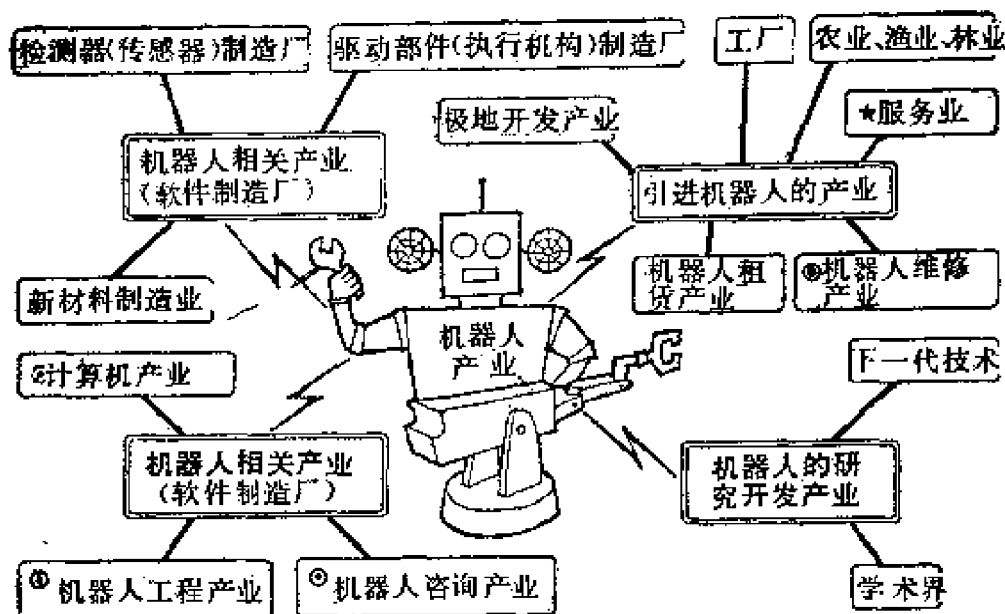
进一步说，机器人的耐用年数（寿命）一般为八到十年。由于机器人普及台数和使用年龄的增长，保养维修工作就显得非常重要，因而出现了维修产业，这是引人注目的。

关于机器人的维修，过去都是机器人制造厂在扩大推销业务期间腾出手来进行的。但今后，机器人的数量会越来越多，再采用这种维修方法将无济于事。所以，必须设法开辟新的途径。例如，目前在机器人制造厂中已经出现了象神户

制钢所那样先进的典型，它们决定在本公司内设立专门维修机器人的工厂。

此外，机器人的发展，必须和构成机器人头脑的计算机发展相适应，所以智能机器人需求量的增加，一定会促进计算机产业的技术革新。

还有，从机器人的结构上来看，它是计算机等电子技术和机械技术的复合体。所以，机器人必将成为促进开发其躯体所需的传感器、以及制造其躯体所需的轻质高强度新型材料的一种刺激因素。



围绕机器人产生的产业（★表示过去就有的产业，
④表示新出现的产业）

（注）图中所示的“学术界”指以“日本机器人学会”为首的各种科研机构。

（2）日本机器人学会的诞生

另一方面，为了促进机器人的普及和集中掌握、研究机

器人的问题，以日本全国各大学和国立、公立科研机构的研究人员为中心，于一九八三年初成立了“日本机器人学会”。

与机器人相关的技术涉及许多方面，特别是作为发表科研成果的场所，有检测自动控制学会、精密机械学会、仿生机构学会和电子通信学会等，人们可以在这里得到相关的技术。但是，过去一直没有以机器人为中心的学会。

因此，机器人学会的出现具有非常重大意义。在这个学会里，将要开展进入机器人化社会时的一系列研究工作，不仅要研究工程学和技术方面的问题，而且还要研究心理学、社会学和经济学等多方面的问题，并且全面考虑人、机械和自然的共存问题。

总之，机器人产业的发展，在促进直接支持机器人的相关产业发展的同时，还将推动电子、机械、材料和财政金融等新型相关产业（包括学会）的发展。因此，日本机器人学会一定会起到促进这些产业研究开发顺利进展的作用。

把上述这些围绕机器人发展起来的新型产业归纳起来，则如上图所示，引进机器人决不是简单地夺去工人的职业。

五、母公司抛弃子公司将引起 机电企业的重新组合

在汽车和家用电器如此普及的时代，走在最前列的大企业掀起的机器人热，现在已经完全扩展到了中小企业，可以说机器人也在街道工厂“安家落户”了。但是，不管哪个企业，如果不根据工种适当地引进机器人，那它就要在市场上失去竞争力。

但从另一方面来说，是不是引进机器人就能保持企业的优胜地位呢？关于这个问题当然不能一概而论。如果不引进机器人也会有现实的难处。相反若是引进机器人，却很有可能招致经营管理上的苦恼，这究竟是怎么回事呢？

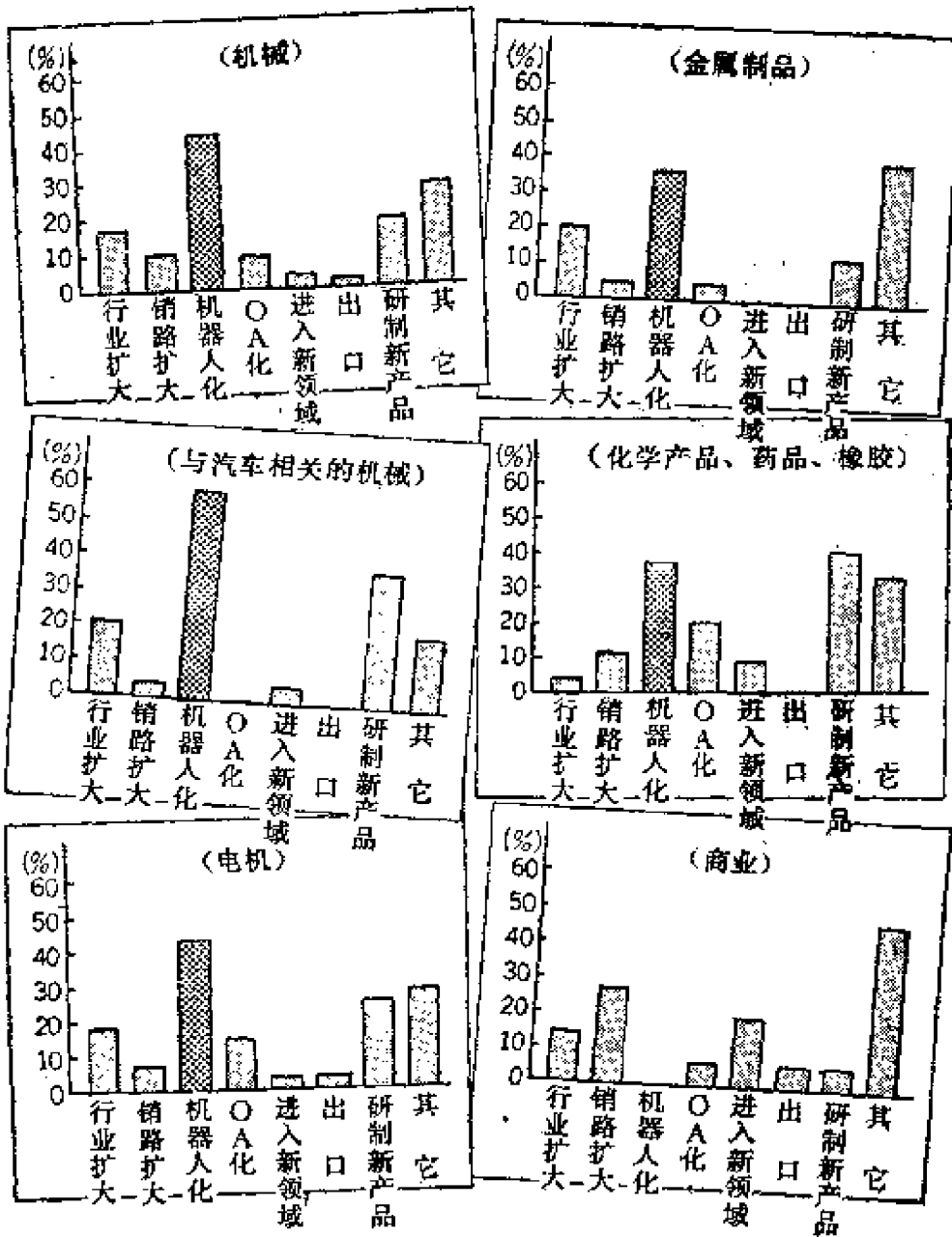
（1）工作过度的机器人可能变成难以想象的包袱

首先是，引进机器人的普及程度问题。据东京商工会议所一九八二年以六百家中小企业为对象，初次进行的机器人实态调查的结果表明，已经有百分之七点五的企业采用了机器人，还有百分之四十的企业计划引进机器人。

中小企业中熟练工人的工资，每人每年平均约为五百万日元。因为机器人一天可以连续工作二十四小时，与人一天工作八小时相比，则一台机器人的效率相当于三个人的工作量，所以每台一千万日元的机器人，一年便可完成一千五百万日元的工作量，即使包括外围设备和维修费用在内，大约一年左右也能折旧完毕。这就是中小企业引进机器人积极性高涨的原因。

但是，这种计算结果只有在工作量能够得到充分保证的情况下才能实现。然而目前汽车工业和家用电器等加工装配产业的出口状况不振，以钢铁工业为首的石油化工和制铝等原材料工业的不景气状况也处于非常凄惨的状态。因而一些承包的中小企业，工作量减少得非常厉害，很有可能成为整顿的对象。

在这种情况下，尽管一天能连续工作二十四小时的机器人，也处于英雄无用武之地，施展不出真正的本领。结果反而会变成包袱，甚至会尝到由于购买机器人而不得不支付利息的种种苦头，或者落得由于租进机器人必须月月支付租金



中小企业把设备投资的第一目标放在“机器人”上
 (出处:《日刊工业新闻》社《一九八三年对骨干企业和中小企业的设备动向调查》)

的下场。

所谓工作过度的机器人变成包袱，难道不是一种挖苦的涵义吗？！

（2）中小企业引进机器人左右为难

所谓“机器人引起企业破产”是不正确的，至少不能把所有原因都归罪于机器人。其实，企业的破产往往是由于中小企业所处的特殊地位决定的。在大企业转包产品的背景下成立起来的中小企业，由于母企业引进机器人提高了生产能力而蒙受严重损失的情况也是有的。

例如，母企业利用转包企业的理由有四：①生产成本低；②有特殊的技术和设备；③可补充生产薄弱环节；④由本公司制造，生产量过低。除了第②项以外，母企业本身采用机器人都能解决。这就是造成转包企业遭受损失的主要原因。

现在有人认为应将转包企业削减三分之二。另外，据中小企业厅的调查，在迎接机器人的时代，大约有百分之四十的母企业打算加强挑选转包企业的工作。因此，即使不冒机器人化这样的风险，中小企业也很难幸存下去。目前可供选择的途径有二：或者缩小已经很小的工厂规模来保持稳定生产；或者下决心搞好机器人化使其本身变成少数精锐的优秀企业。

这就是“引起机电企业重新组合”的原因。沿着这种趋势加快重新组合的步伐，其目的便是适应最近大好形势的发展。因为不景气越是长期化和深刻化，对中小企业的冲击程度也就越大。

不管怎样，最近日本国内已经发生了雇用问题，许多工

人失去了职业，而且情况较为严重，政府和工会之间正在协商采取措施，制止产业界大量引进机器人。

在这种情况下面临的重要问题，是机械电子学革命和机器人化等技术进步的速度太慢。操之过急反而会破坏社会秩序，甚至引起国际纠纷。

日本总是离不开国际竞争的，而且也决不甘心落后于其他国家。因此，全力以赴地进行机器人化，乃是保持尖端技术在国际上处于优先地位的一个重要课题。

在这个过程中引起的机电企业的重新组合，是一个必须由企业本身设法解决和克服的问题。大概可以说，日本在这个问题上应该起到表率作用。

六、按照“能力”筛选的时代开始了

现在越来越多地听到“不景气”或“失业者在增多”的呼声。即使在这种情况下，中小企业还是不容易集中人才。中小企业最大的关键仍然是人手不足，它们认为只要不解决这个问题，企业就不可能得到发展，因而采取了雇用熟练工人或引进机器人的措施。

(1) 有无机器人是扩大企业差别的一个原因

不管怎么说，也还是有招聘工人的。有的公司在火车站里张贴广告说：“招聘青年优秀工人、给予优厚待遇。”这时最先去报名的便是已经失去喷漆职业的喷漆机器人推销员。因此，能否引进机器人是中小企业能否得到发展的关键，也是扩大企业之间差别的一个原因。何况如果机器人能以高效率运行，并且不断地制造出物美价廉的零部件或成

品，因而企业之间的差别就会加速扩大！

这个道理对于大企业来说也是同样的。最初从大量引进机器人的日产汽车公司开始，后来逐步发展到丰田汽车公司、东洋汽车公司和三菱汽车公司……，直到今天已经没有一个汽车制造厂不引进机器人。事实说明，这些企业如果不引进机器人，就无法在企业竞争中取得胜利。

现在的情况是，机器人正从机械加工领域向装配领域发展，拥有机器人的企业和没有机器人的企业之间的差距，也越来越大。

(2) 不能适应机器人化的人的命运

在大企业里，由于引进机器人而出现的多余人员，可以设法改变工种或转到其它部门去。或许会有人认为解除职务不是也很好吗？这当然是其他人的想法，可是对于焊接工人来说，所谓“不当焊工也行，还可以当推销员”这样一些苦恼和屈辱，如果不是本人就恐怕无法理解！

假如把长年累月学到的技术扔掉，到现在这个年龄再去重新学习别的技术，大概也不是那样轻而易举的吧！

这对于现有的技术工人来说，首先就是一个最大的问题。因为在转职或转业上会表现出很大的个人差别和能力差别。如果不能很好地适应这种形势，则不仅在公司里会陷入非常困难的境地，而且从人生的角度来看也会被人瞧不起。特别是对于中高年技术工人来说，这是一个非常深刻的现实问题，必须妥善地予以处理。

现在的情况是，无论企业规模大小都感到技术工人不足，因而还有确保就业之路。尽管如此，作为技术工人来说也一定要对自己的技术水平进行重新评价。

另外，青年工人也要作好思想准备迎接新工种挑战，即使将来由于引进机器人而在车间里完全不需要焊接工人或喷漆工人的时候，也能从事教给机器人进行工作的活动，或者担任操纵计算机以及保养、维修和管理计算机的工作。在这方面是需要很多人的，因而必须早下功夫作好准备。

青年人如果不能从事这种新型的脑力劳动，也就必然会在今后的机器人化社会中被淘汰。因此，现在就要作好准备，以免到了那个时候惊慌失措。这一点可以说是很重要的。

（3）富国和穷国的差距越来越大

由于引进机器人和没有引进机器人造成的差别，不仅在企业之间或个人之间存在，而且在国与国之间也存在着。例如，引进机器人而导致生产率的提高，就构成了增强国际竞争能力的原动力。所以，在引进机器人方面落后的国家，也就不可能在这场竞争中取得胜利。当然，注意到这个问题的欧美各国，也开始认真地把引进机器人的工作同机械电子学革命结合起来进行。由于机器人化的进展速度如此之快，就连经济合作发展组织（OECD）也不能不担心从根本上改变世界产业结构的危险性，从而开始进行了调查研究。

总之，作为“机器人王国”的日本，非常担心看不起由于劳动（就业）问题限制了大量引进机器人的欧美各国或由于相关技术落后而难以引进机器人的发展中国家，以及对这些国家正在朝着机器人化迈进的事实视而不见的倾向，如果这种趋势继续发展下去，那就会越来越扩大富国和穷国之间的差距，很有可能出现“破产”的国家。

关于机器人的威力，当今世界的权威人士也进行了相当

高的评价，并且予以充分重视，与此同时还开始发出了警惕的呼声。

七、“不出汗的劳动”和“没有对话的工作”将产生新的压力

以机器人为首的机械电子学革命，将从根本上动摇工厂、办公室、家庭甚至整个日本社会的人与人之间的关系，或引起社会结构的变化。这是一种多么可怕的情景啊！所谓工厂自动化（FA）、办公室自动化（OA）和家庭自动化（HA）以及家务劳动的高效率，当然都是可贵的。但从另一方面来看，还必须充分注意在那里工作的人追求“高效率”的结果。

（1）也有人利用机械进行工作叫苦的

机器人不会污染环境，如果能把危险单调的作业全部包下来，那么，人就可以从事不出汗的更有意义的脑力劳动了。

可是在现实生活中也有人不会适应这种环境变化而陷入困难的境地。另外，就不出汗的劳动而言，也有很大可能性会产生新的压力。

还有，对劳动的质量以及人与人之间的关系带来很大变化的工厂自动化、办公室自动化的进展，也是一种同过去一直构成日本社会基础的终身雇佣制互不相容的重要因素。

在这种情况下，同事之间的关系也就疏远了，人与人之间的感情也将随之淡薄起来。因而一定会有许多人怀着不安的心情，考虑将来的社会生活究竟会变成什么样子。

据说某银行给女职员家中配备了计算机终端设备，让她在家里办公。结果这位女职员在家办公不到一个月就感到非常孤单而无法忍受下去，不得不请求上级“给她上班工作的机会”。这与不出汗的劳动一样，没有对话的工作也会产生新的压力。

（2）自然地推进机器人化

应该考虑的问题是，要使工人也能感到不是勉强地引进机器人、自然地推进机器人化。例如，三菱电机公司名古屋制作所由于引进机器人而使得不少工人失去了原来的工作岗位，公司想让他们学习新的技术以便转到其他工作岗位进行工作。可是这些工人以为新技术与自己的性情不合，无论如何也要去做他原来的工作，以便更好地利用多年来很不容易掌握起来的技术。后来公司为了满足这些人的愿望，设立了“托盘”公司专门接受由于引进机器人而失去工作岗位的人。

这个公司现有职工二百人，平均年龄五十一岁，约有百分之三十的工资依靠母公司补贴。尽管如此，希望离开三菱电机公司要求来这个公司工作的人数，最近仍有增加的趋势。据说来到这个公司的人，都能以自己可靠的双手，把全部精力用在工作上，做出更好的成绩。

无论是喷漆还是焊接，在现阶段大概都还有无法采用机器人的部分。从另一方面来看，大概也还有一些人不愿意放弃原来的工作岗位去从事新的工作。作为过渡的手段，三菱电机公司名古屋制作所的这种尝试，可以说是行之有效的。

另外，要使人的智慧发挥作用，就一定会联想到这样一些办法。

无论怎么说，尽管引进了大量机器人或者管它们叫做“钢领”而委以重任，它们也还是不可能完全离开人独立地在工厂进行工作的。只有在引进机器人的管理人员和承认它的工人允许的情况下，机器人才能开始工作。

最近，在日产汽车公司里曾经有过这样的话题：“公司与工会之间签订了机器人的协议”。这项协议的主要内容如下表：

关于引进新技术的劳资协议主要内容

- 事先提出引进新技术的计划。
- 不进行解雇和暂时离休。
- 不降低职务标准，也不降低工资和劳动保护条件。
- 在调换工作岗位和改变工种时，要考虑到本人的适应性和工作能力问题，并进行必要的教育和训练。

(注) 这是日产汽车公司1983年3月1日于劳资之间决定的协议条件

可以看到，各企业都不是单纯追求眼前的经济效益，而是把最重要的目标放在包括人的生活直到劳动热情在内的机器人化上。这样一来，大概就可以说包括直至人的劳动热情在内的总体机器人化，一定会更加提高公司的经营效果。

无论怎么说，机器人也蕴藏着为将来人类社会带来许多利益的极大可能性。为了珍惜这一新事物将来给人们带来更加美满幸福生活的苗头，现在就要集中社会上的一切力量，注意防止产生引起社会不安的致命因素，同时还要探索与机

器人共存之道，进而开创技术更大进步和内容丰富多彩的新局面。这难道不是人的英明决策吗！

八、机器人能完成的工作可以 超出人的几倍但不是人的天敌

机器人曾经获得了“百惠”或“淳子”等受人崇拜的歌星美名。这种机器人自从在工厂里开始活动以来，已有好几年的光景了。取得这样成就的机器人大概会越来越多。

(1) 从单纯的计算看似乎人多余了

现在日本的劳动人口总共有五千六百万。据估计这个数字到二〇〇〇年也不会有多大变化，可是到了那个时候工业机器人的数量将增加到一百万台以上。

如果按照一台机器人至少能代替三个人的工作推算，那就等于增加三百万劳动者。另外，由于人的能力不同，也有一台机器人可代替十个人的场合，因此实际上相当于一千万人以上。如果二〇〇〇年与现在的工作量相比没有增加的话，便可以算出将有三百万到一千万人失去本来的职业。作为工人，假如只看到这样的数字而感到前景可怕，也是没有道理的。

日本劳动省于一九八一年进行了“关于机器人影响机电企业雇用问题”的调查。调查结果表明，有百分之四十二（约占半数）的企业引进了数控机床等广义的机器人。事实证明，企业的规模越大引进机器人的比率就越高。由于企业引进了这些先进设备，有百分之九十的企业提高了生产能力，接受的订货量也有所增加。

其中重要的问题乃是对雇用的影响。由于引进机器人反而增加工人的企业占百分之四十八，而减少工人的企业仅占百分之四十二，前者却比后者略高一些。另一方面，没有引进机器人的企业，这种雇用比率恰恰相反，在调查的范围内可以说对雇用基本上没有什么影响。

可是，随着不景气状况的加剧，对于一直认为“由于引进机器人而产生的多余人员，可通过公司内部调配加以吸收”的乐观主义者来说，已经从工人方面开始发出了警告。

即使在国外，企业界也都非常担心由于机器人革命而对雇用产生的影响。

英国工业部的调查报告表明“到一九九〇年失业人数将首次增加到五十万至一百五十万”。有的报告则发出了“职员中也许会有百分之二十到二十五的失业者”的警告。

另外，国际劳动机构（ILO）的报告，也预测法国“由于机械电子学革命到一九八五年雇用人将减少二十万”。联邦德国的西门子公司也发出了极其严重的警告：“到一九九〇年将把现在的办公人员削减百分之四十，恐怕要有二百万事务员和打字员处于失业状态。”

（2）在劳动力增加的同时也创造新的工作

这种由于引进机器人而在雇用方面产生的不安情绪，在国外表现得特别突出。可是米本完二先生在担任日本工业机器人协会常务理事期间，每年都要到几个国家去讲学，根据他的体会作了如下说明：

“十八世纪末英国产业革命之后，到底变成了什么样子？棉纺织业的就业人数，一八七〇年曾经是十万人左右，而在引进自动纺织机械之后的一八八〇年，就业人数却增加

到三十五万人。由于引进自动纺织机械降低了棉制品的价格，于是消费者的购买力提高了，纺织工业得到了发展和扩大，结果导致了纺织工业雇用人员的增加，这难道不是事实吗？”

“一九一三年美国福特汽车公司，曾经引进了利用传送带系统的生产合理化（代替劳动力）方式，一般认为这将增加汽车工业的失业人数。可是事实恰恰相反，到了一九二〇年汽车价格下降了百分之六十二，汽车产量上升了十倍，雇用人数从过去的三万七千人猛增到二十五万人。这个事实是值得深思的。”

超过两位数的失业率和通货膨胀率，是英国经济最大的致命弱点。即使这样，以铁女人闻名的撒切尔首相还是对工业机器人特别感兴趣。用撒切尔首相自己的话来说：“技术革新的结果，会导致社会的进步和雇用机会的增多。如果否定这个道理，那就只能是退步和贫困。”这种信念大概就是她对机器人感兴趣的根据吧！

机器人无疑要占领依靠手工作业的现有工作岗位，但在另一方面也会产生新的产业，开创新的世界，同时也一定会创造出过去从未有过的雇用机会。

引进机器人的结果，究竟会产生什么样的利害关系，实际上谁也不知道。

（3）机器人是“人类的救世主”还是“魔鬼的礼物”？

正如以前各章介绍的那样，机器人也是一种自动化机械，只不过担负着机电一体化革命的一部分任务而已。即使智能机器人有了较大的发展，也绝对没有必要考虑“如果生

产人造人就会把人驱逐出工作岗位”的问题。

例如，在大量发展机器人的情况下，即使所有的工厂都实现了无人化，也是不可能完全不用人的。机器人只是忠实地再现由人所规定范围之内的事情。即使出现了能够自行判断和学习的“智能机器人”，这种范围也是已知的。

如果作了这样的规定，在完全无人化的工厂里生产汽车，对于机器人来说制造一辆和制造一千辆也是完全同样的，就是说无人化工厂刚一出现，在那里的技术进步也就停止了。技术的进步，是在现场的人经常不断地倾注精力尽心改进的结果。

另外，机器人具有用过去各种机械都无法实现的作业能力，而这种能力将给人类创造难以预料的优惠条件。但是，创造这种条件的不在于机器人本身，而在于人类创造了机器人，并运用它来进行这样的工作。如果是这样的话，机器人就成了人类社会出色的“救世主”。

反过来说，如果让机器去进行战争或犯罪活动，那么它就成了“魔鬼的礼物”。

总而言之，机器人的主人毕竟是人，让机器人成为救世主还是成为魔鬼，则取决于人的意志。