

日本机械科学 技术研究所的研究工作概况

张作梅 孙麟治 刘承烈 于传瑾

理化研究所

1917年日本工业界提供了房子和捐款成立了日本最早的一间民间研究所，即理化研究所。1958年这个所变成了民间的古田公司，1968年搬到了现在的地址，总面积有234,000平方米，建筑展开面积为54,000平方米。主要设施有：高温等离子试验站、电解加工试验室、有关农药方面的试验部、电子加速器试验部、工学试验部、化学试验部、微生物系统部，有试验性的工厂、图书馆、办公室、医务室等。此外还有环境卫生、保护污染部等。原来东京市区还有1000平方米的原子能研究部和宇宙线部。这是一个综合性的科学技术所，同时还要把研究成果推广应用，是一个共同的集体。现有董事五人。组织机构主要为研究室和两个专业组。支援部门有六个及工作部。安全组织主要保证人的安全和防止污染。下面有六个事务性的组织。生命科学部在东京市区。所的经费由政府 and 民间提供，所内的成果推广收入只占3.9%，所以他们所的经费主要由政府提供。开支方面研究工作及设备费用占30%左右，总支出中人员工资占42~60%，管理费占9.6%，建设费占7.9%。所内有48个研究室，分八个部门，这些部门和研究室是：

1. 原子核部：

(1) 宇宙射线研究室、(2) 放射线研究室、(3) 回旋加速器、原子核物理研究

室、(4) 直线型加速器研究室。

2. 物性物理部：

(1) 结晶物理研究室、(2) 生物物理研究室、(3) 生体高分子物理研究室、(4) 金属物理研究室、(5) 磁性研究室。

3. 应用物理部：

(1) 等离子体物理研究室、(2) 情报科学研究室、(3) 微波物理研究室、(4) 光学计测研究室、(5) 海洋物理研究室。

4. 基础工学部：

(1) 粉粒体工学研究室、(2) 摩擦工学研究室、(3) 变形工学研究室、(4) 化学工学研究室、(5) 半导体工学研究室、(6) 海洋计测工学第一研究室、(7) 海洋计测工学第二研究室。

5. 无机化学部：

(1) 无机化学研究室、(2) 固体化学研究室、(3) 地球化学研究室、(4) 核化学研究室、(5) 同位元素研究室。

6. 有机化学部：

(1) 理论有机化学研究室、(2) 有机化学第一研究室、(3) 有机化学第二研究室、(4) 有机合成化学研究室、(5) 高分子化学研究室、(6) 触媒研究室、(7) 放射线化学研究室。

7. 生物化学部：

(1) 抗生物质研究室、(2) 生化学研究室、(3) 微生物学研究室、(4) 微生物生

态学研究室、(5)放射线生物化学研究室。

8. 农业部:

(1) 农业合成第一研究室、(2) 农业合成第二研究室、(3) 农业合成第三研究室、(4) 植物化学研究室、(5) 昆虫药理研究室、(6) 微生物药理研究室、(7) 植物药理研究室、(8) 动物药理研究室、(9) 生物试验室。

研究小组分激光研究试验小组、太阳光能量研究小组, 太阳光小组主要研究植物的光合作用机制, 作为将来的研究方向。

该所全所职工共有 622 人, 其中研究部门占 422 人 (68%), 工作部门占 63 人 (10%), 事务部门占 125 人 (20%), 推广部门占 12 人 (2%)。在科研人员中有 201 人有博士学位。

根据他们的介绍, 摩擦工学研究室是于 1972 年创立的, 有曾田老先生, 从今年 3 月开始任主任研究员。摩擦磨损润滑不仅在机器上而且是各物质在运动中要保持其外形和寿命的关键问题, 尤其是卫星是在真空中工作和运行的, 所以摩擦问题最为关键。他们研究过在真空状态中的摩擦和运动, 觉得这问题很重要。他们正在研究和不久将开始研究的项目有: 摩擦磨损的机理, 大家是比较熟悉的, 但对磨损机制则尚无一致的看法。他们的重点便放在这里。在摩擦面上产生了许多磨耗粉。过去人们认为摩擦面上是不平的, 在摩擦过程中, 上下面的突出部分接触, 受到微小的破裂。在初期碰撞时, 微小部分便脱出来了。根据他们的研究, 对上述磨耗粉生成的现象还不能说明问题。实际上表面突出部分括出后都粘在对方面上, 如粉笔粘在黑板上的特别多。在机械零件上, 双方面上的硬度都差不多, 新的粒子粘在对方面上形成了新的突出部分, 象滚雪球一样越滚越大, 其中最大的粒子承受了整个负荷, 受拉又受压, 最后脱落形成磨耗粉。这种理论能够说明不少事实: 即摩擦面一方的物质粘在对方面上, 磨耗粉为两种面的混合

物。磨耗发展到多大范围呢? 在当时周围的环境决定了磨耗。人造卫星在真空中没有气体, 两种粒子结合在一起不会受到气体的污染, 粒子便不容易脱落下来。在大气中小粒子也会吸收 N_2 或 O_2 , 出来的东西滚不了多大便掉下来形成磨耗粉。有润滑剂时, 润滑剂是粘在粉末上的, 油中的活性物质起着大气中的 O_2 的作用浸透到磨耗粉中。油中活性物质多时, 磨耗粉便越来越大, 如发展到能塞住轴承的间隙时, 便会发生烧损现象。油的作用便是使磨耗粉块尽量小。

关于应用方面的研究, 在接触方面的问题, 表面有突出物质时, 承受负荷的到底是什么? 应加以观察。可以用反射来进行观察, 使接触部分形成黑影。他们强调突出部分的形状、接触部分的形状。第二个应用方面是研究在高速下的摩擦磨损现象。例如日本国营铁路“新干线”上火车零件上的刹车部分发生了摩擦磨损, 到底使用那些材料好? 他们设计了一个新的试验仪器, 正在试验。

另一工作是在使用轴承合金时, 润滑油对金属摩擦面带来了什么影响。这方面还存在着许多问题。他们用一个简单的模型来说明这一问题, 但润滑下的磨耗是一个复杂的问题。他们研究了滚动带滑动的情况。摩擦阻力大时, 一方面滚动一方面有滑动, 滑动厉害时可缩短轴承的寿命。他们设计了一个能控制滑动率的试验机。另一个问题是滚动轴承的装配精度问题。在装配轴承和轴承箱时精度是不很高的。研究结果表明零件精度高时, 寿命的延长程度超过我们的臆想。但要防止从外面进来的灰尘和油中的夹杂物如金属粉末等。这些问题解决后可以大大提高轴承的寿命。

他们还进行了离子轰击的研究, 对一种金属用离子射进另一种金属可以减少磨损。这一工作他们才开始, 已确认在受离子轰击后, 磨损可减少一半。他们准备用更多的金属进行试验。

磨蚀磨损 (Abrasive) 表面是硬又不是硬的砂轮与金属摩擦时, 其磨损情况相当于金属间的磨损的十倍。另一题目是在摩擦情况下进入另外粒子时的情况如何? 人的身体中的摩擦磨损如何进行? 如人的关节上的摩擦磨损。关节虽然快速动作, 但摩擦很小, 为什么呢? 老年人有变形的关节, 摩擦便提高了。这种摩擦现象在医学上起障碍时, 其摩擦机制是什么? 另一个问题是在人的肩膀上的摩擦的问题能否在工业上应用。人的关节上有多孔的软骨, 如果把关节用于工业上, 即用多孔性含油的高分子物质、在工业上便能生产相类似的轴承, 但寿命可能不长。当人的关节不能用时, 能否用人造关节来代替? 制造人造关节时用何种材料及如何设计? 在医学上也是一个重要的问题。他们分析了人步行后如何设计人的关节, 即用液压的动态薄膜便可以润滑及实现人造关节。这一试制关节已在 100 人上应用了。摩擦现象对人的身体起主要作用的如人造内脏, 一般只考虑运动问题, 但破裂一般是在摩擦时开始发生, 现在他们正以人造心脏为目标进行研究。

跟着我们参观了他们的试验室。我们看了他们的离子注入试验室, 正在试验软钢、铝、铜、镍和其他材料、它们经离子注入后, 摩擦现象有改变。他们正在做腐蚀试验, 可测 300 \AA , 准备做一个大的装置, 可测 1μ 二千万电子伏的。他们还有二次离子质量分析仪, 有四个电极, 直流和高频电压交叉, 放大器、频谱分析仪, 他们在分析 $80\% \text{ Cr}$ 和 Ni 合金的表面成分, 试样 6 毫米厚, 求其平均值; 用 6 毫米方的试样, 测定时把表面离子去掉, 把剩下的东西吸下来, 可控制到 10 \AA 。

在摩擦磨损试验室里, 有高速的摩擦试验机 (滑动式)。摩擦方式: 上面有固定圆柱体 4~8 毫米直径, 下面有滚筒, $\phi 150$ 毫米, 每分钟 1000~15,000 转, 周速可达每秒 10~100 米, 秒速 10 毫米以下, 用一个小马

达。速度高时精度是一个问题, 也有危险性。另外有在润滑下进行磨耗试验的仪器。他们在试验碳钢和铝矽合金, 在试验平面与轴间的摩擦。试验时测定在润滑中的油膜压力及摩擦系数。他们还有滚动轴承的试验机, 在高精度装配的零件上进行试验, 在装配时的倾斜度不同和当内外壳的不平行度不同时来测定寿命。测定时一般磨耗很慢。另外在滚动时兼有滑动则可测定疲劳寿命。一般加上滑动时寿命便缩短了。

在摩擦工学研究室里, 我们看到他们在摩擦中通上电流。他们用钢环代表电线, 上面有两个圆柱体压住铜环, 一面通电, 一面滚动, 是磨耗与电能的综合试验, 可研究电弧与机械性损耗能否分开。超过一定范围后, 电弧带来的损耗可以起主导作用, 离线率是一个问题。摩擦时由于振动带来的间隙可能形成电弧, 当接触时则形成机械性磨耗。通电后上述两种磨耗加起来便形成总的磨耗量。另一仪器则只测在放电弧时的磨耗。

在气蚀磨损试验, 他们用筒状试样, 上下两个筒状试样中间有缝隙。卷过去的气泡发生破裂, 带来了损伤。他们发现在发生负压时容易产生气蚀。他们还有钟摆摩擦试验机, 钟摆运动的逐步衰减是由于摩擦形成, 可以测出衰减速率及摩擦系数。他们用有接触面显微镜, 即有一棱镜, 上面有圆柱, 加压后接触面便形成黑影。这一黑影便表示接触面积。

接着我们参观了他们的变形工学材料试验室。他们有小型的材料试验机, 是为基础试验用的。他们在研究制造板材时表面伤痕发生的机理。他们认为材料的性质是基本问题。他们用铝材作试验, 伤痕有时发展快, 有时发展慢。钢材的伤痕则没有铝的显著, 但现象也很明显。他们使用锭子油或机油作润滑剂。他们用的试样的厚度为 3 毫米、宽为 30 毫米, 工具的位移他们掌握得很严格, 试验机上有夹具可加横向装置。据该试验室

负责人吉田清大教授介绍：伤痕问题是还没有最后解决的问题。钢材在加工时80%受到了塑性变形，其表面伤痕尚待解决。日本使用较硬的钢板生产汽车，所以伤痕问题要解决。伤痕影响了生产效率，所以他们进行了伤痕的研究。研究室重点研究钢板和汽车工业的问题。日本的轴承厂和汽车厂经常找他们去解决问题。

在变形工学研究中，研究的范围是比较广的。在早些时候，他们曾把板料成形加以分类及系统化，把冲压过程分为四个方面：即拉延（凸缘收缩）、胀形、凸缘拉伸和弯曲，弯曲实际上还是凸缘拉伸和压缩的一种特殊情况。他们还用实验方法研究了在冲头伸展和水压胀形时板材的变形情况，找出变形的分布和在裂缝附近金属的变形状态

等。1978年他们在日本钢铁杂志上发表了他们1976年的工作“汽车车身用钢板和成形技术的发展趋势”，如提高材料的强度和减少重量，提高抗腐蚀的能力及抗腐蚀的高强度钢板，以及车身等的成形等问题。他们还研究了金属板材变形时所引起的机械性能变化和冲压中可变形性的关系，在实验室内研究了金属板与模具接触的摩擦面的损伤及其机理，在深拉延复杂形状壳体时金属的流动、变形程度和破裂形成的研究，金属板成形时材料的变形的实验研究等。尚未发表的论文有：在无润滑条件下拉延条状试样试验中用模具压进方法来研究板料表面的“损伤”以及在金属板材成形中什么样的板材比较合适的问题”等。

机械技术研究所

机械技术研究所成立于1937年，当时名称叫机械试验所，1971年改为现在的名称，现隶属于通商产业省工业技术院。全所现有职工307名，其中研究技术人员222人占72%。

该所设基础部、系统部、机械部、材料工学部、生产工学部、自动车安全公害部等六个研究部和能源技术及复合生产系统二个特别研究室（参见下表）。主要研究方向为：能源的有效利用；生产技术的现代化和系统化；安全与环境保护；新技术探索和基础技术的充实等四个方面。研究课题分为特别研究、国家指定研究和经常研究三类。

该所当前正在进行的主要研究工作为：

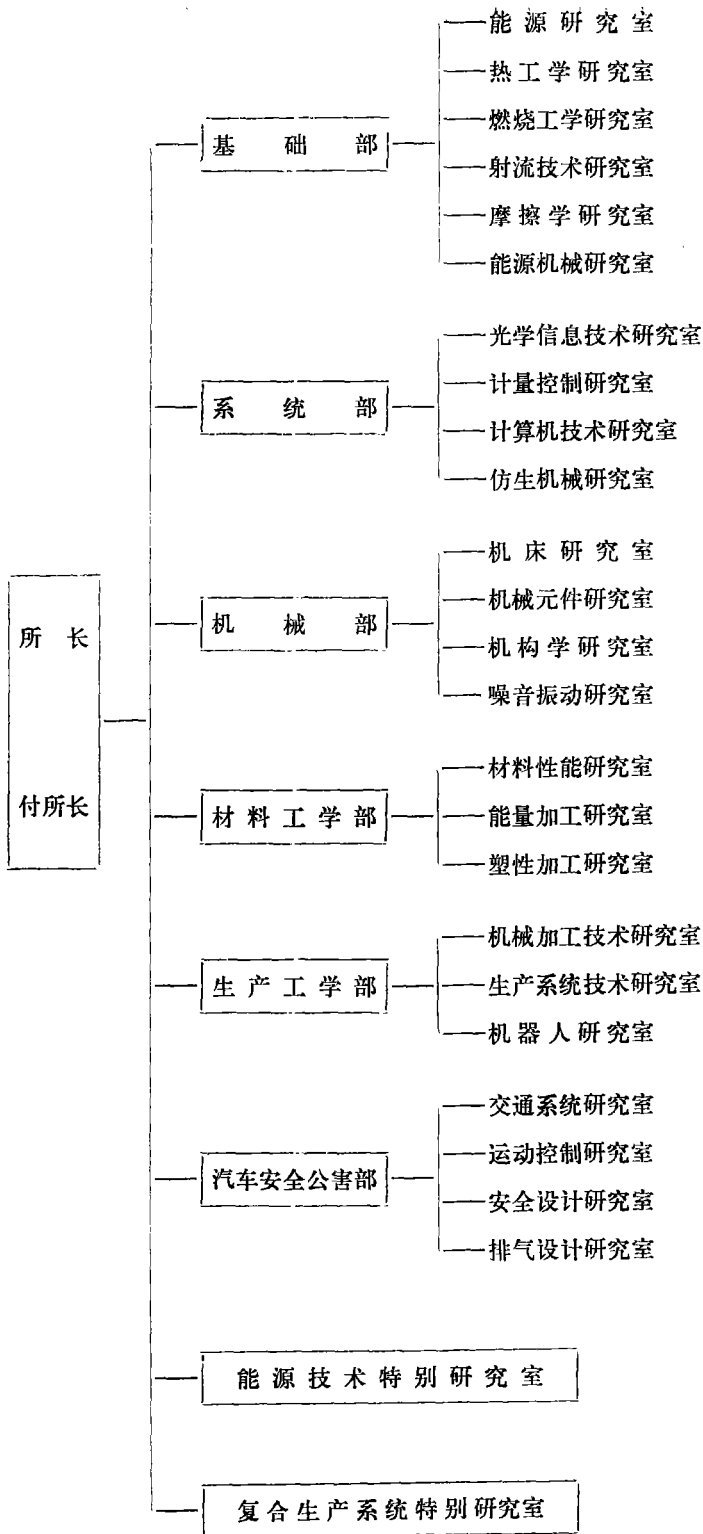
一、机械研究部——包括机床、机械原件、机构学和振动噪音，环境保护四部分，开展下列研究课题：

1. 降低送风机的噪音的研究
2. 工作机械的性能预测研究

3. 超精密工作机械的发展研究
4. 轴承润滑的研究
5. 齿轮的强度设计研究
6. 摩擦传动的研究
7. 遥控操作机
8. 超高速泵的可靠性研究
9. 机械噪音的传递衰减特性的研究
10. 硬齿面齿轮研究

二、材料工学研究部——包括材料性能、能量加工法和塑性加工三部分，开展下列研究课题：

1. 非匀质材料的动特性
2. 不锈钢粉末的机能特性
3. 脆性材料的腔室成形
4. 管材强度特性的评价
5. 电解加工机理
6. 摩擦压接法
7. 金属模型电子束自动加工
8. 冷挤压和锻造



9. 压力机的振动噪音

10. 机薄板的形状精度

三、生产工学研究部——包括机械加工技术、生产系统工程、机器人三部分，开展下列课题：

1. 磨削加工机理和控制
2. 提高珩磨加工的可靠性
3. 微少切刃的设计技术
4. 多关节操作器的控制技术
5. 机械部件轮廓形状的自动识别

四、系统研究部——包括光学技术、计算机技术、仿生机机械、和计量与控制四部分，开展下列课题：

1. 照相机的性能测定法
2. 伺服系统
3. 视觉机能和仿真
4. 电网络机能的评价
5. 胶质燃料的基础
6. 多品种小批量生产中运用系统工程技术
7. 与宇宙开发有关的机械技术等

我们代表团于7月5日来到该所，由木村诚付所长和计划科长阿部稔陪同重点参观了机械学方面的几个研究实验项目。

机械部件轮廓形状的自动识别——用在机械工场中的自动装配线上自动识别机械部件。工件装置在旋转台面上自动旋转，通过一台水平、另一台垂直装置的电视摄影机和

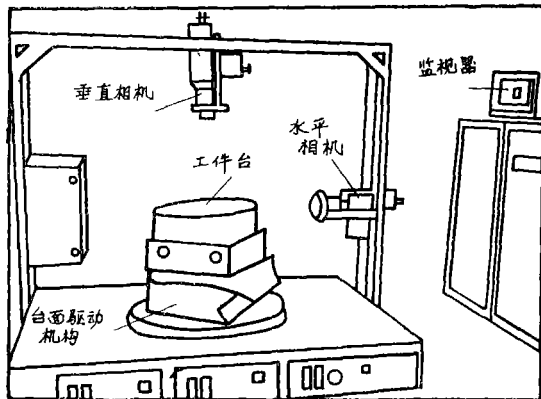


图 1

计算机的作用，达到自动识别工件轮廓。现在已能识别100种工件，每个工件的识别时间约10秒。

人工腕形操作手——具备有人手特征，各个关节采用液压马达和力矩放大器、每个手具备7个自由度。计算机控制，程序化操作可以自动完成各种作业。

宇宙开发中有关机械技术的研究——正在为装载于 $\phi 300$ 气球上的望远镜、研究0.1秒指向精度的精密控制系统所需的检测器、驱动机构、机载电子计算机系统，以求建立一套精密跟踪技术，探讨利用气球进行宇宙环境中的动作试验。装置中带有二个控制力矩陀螺。

宇宙观测用的分光装置的研究——利用法布里-珀罗干涉计开发高分辨率的分光计。仪器安装在K-9M-62型火箭上，进行太阳紫外的分光观测。

工作机械主轴旋转精度测定法的研究——工作机械主轴的旋转精度直接影响真圆度和表面光洁度等加工精度，为了改善轴系的性能，首先必须开展旋转精度测定法的研究。这不仅要测定无负载状态下的轴系性能，而且必须迅速测定加工时的旋转精度。该所正在研究采用应变仪等新的旋转精度测定方法。

滚动轴承研究——利用日本学术振兴会创立的SPS126B型轴承试验机，正在进行有关滚动轴承的寿命、旋转精度、摩擦力矩、固体润滑剂的应用、润滑脂的寿命和边界润滑等方面研究工作。

高速齿轮的研究——进行了涡轮压缩机、燃气透平机上使用的高速齿转增速器的运转性能与负载性能的研究。高速齿轮试验装置的转速可达20000转/分、300KW，最大扭矩100公斤·米。进行高精度硬齿面齿轮的材料、齿形、加工精度、加工条件、回转速度、负载、润滑对于振动、噪音、齿的弯曲负载性能，齿面损伤，以及耐久性的影响实验。寻求高速齿轮小形化、轻量化的条

件。

该所自1964年以来,在日本国内获得专

利的项目已有 261 项,主要名称和发明者见下表。

| 名 称 | 发 明 者 | 名 称 | 发 明 者 |
|----------------|-------|--------------------|-------|
| 回转机器的噪音抑止方法 | 原 田 郁 | 胶片上的记号座标自动测定方式 | 清水健一 |
| 摩擦磨损试验机 | 竹山秀彦 | 自润滑性粉末烧结复合材料 | 津谷裕子 |
| 运动物体认识方法 | 宫泽伸一 | 球轴承间隙的动态测定法 | 冈本纯三等 |
| 旋转压力机 | 松本俊哲 | 步形体的步形方法 | 池田喜一等 |
| 自润滑性耐磨耗复合材料 | 谷田部照男 | 机床负载模拟装置 | 金井实德等 |
| 加工表面测定器 | 野崎武敏 | 步行机器的脚 | 田口金太郎 |
| 滑动轴承摩擦试验机 | 助川政之 | 在研磨中的元筒形状的适应控制加工装置 | 玉高利一高 |
| 齿轮去毛刺方法 | 津谷裕之 | 电解加工用电极工具 | 伊东祐光 |
| 自动调整静压轴承 | 志村洋文 | 加工中的切削油剂性能评价法 | 尾崎省太郎 |
| 加速度计 | 村田良司 | 电解加工用电源装置 | 中山了 |
| 电解加工用电极制造方法 | 松原清 | 机床上的水平平台导轨面 | 伊东祐光 |
| 电解加工液 | 渡边真 | 有水平平台的机床结构 | 窪田雅男 |
| 摩擦压接法 | 唐泽诚 | 应用差动齿轮的可变减速机构 | 窪田雅男 |
| 利用全息干涉的相关法 | 矢田恒二 | 轴承轴向负载型摩擦测定装置 | 铃木秀夫 |
| 空间像的断面表示装置 | 光冈丰二 | 周期冲程控制型摩擦试验机 | 内海龙夫 |
| 最佳机械加工控制装置 | 村井照水 | 最佳加速度自动控制方式 | 冈本纯三 |
| 平面带磨削中的磨削量制控方式 | 鹿田顺生 | 机床上的滑动体的驱动机构 | 加濑谷元晴 |
| 万向联轴节形腕 | 山本秀夫 | 度盘刻度检测装置 | 松原清 |
| 步形体的非直线步行方法 | 清官絃一 | 电解加工用电极送进装置 | 木村诚等 |
| 变速器 | 中村虔一 | 利用变感元件的数字计量方式 | 窪田雅男 |
| 减速装置 | 青柳祥昭 | 电解加工的电源装置 | 土井康弘 |
| 使步形体稳定步行的方法 | 中原征治 | 精密非球面制造法 | 伊东祐光 |
| 减速装置 | 矢野光男 | 利用变感元件的电感变动补偿方式 | 松本俊哲 |
| 致动器 | 松田净史 | 电解加工方法 | 伊东祐光 |
| 筋肉状移动机器 | 清水嘉重郎 | 利用超声波的气体温度测定装置 | 柴田周治 |
| 四脚移动机器 | 光冈丰一 | 利用超声波的气体温度测定法 | 山家让二 |
| 四脚移动机器 | 竹山秀彦 | 鼓形蜗轮 | 山家让二 |
| 曲面磨削装置 | 宫板金佳 | 鼓形蜗轮加工法 | 柴田周治 |
| 高速冲击拉伸试验方法及装置 | 宫泽伸一 | 两级平行弹簧式微调细送进机构 | 阿部稔 |
| | 阿部稔 | 利用行星齿轮方式的齿轮啮合试验机 | 阿部稔 |
| | 池田喜一等 | 扭矩振荡发生装置 | 铃木秀夫 |
| | 矢田恒二 | 像片修正装置 | 须田徹男 |
| | 矢田恒二 | 基准任意温度发生装置 | 缓 詰 勇 |
| | 阿部稔 | | |
| | 村井照水 | | |
| | 池田喜一 | | |
| | 野崎武敏 | | |
| | 宫泽伸一 | | |
| | 谷藤晓男 | | |

| 名 称 | 发 明 者 | 名 称 | 发 明 者 |
|------------------|-------|----------------|-------|
| 带压力补偿的流量控制伐 | 木 村 诚 | 声音逻辑演算方式 | 松本俊哲 |
| 利用变感元件的机械量数字计量方式 | 光冈典一 | 液压步进电机 | 光冈丰一 |
| 利用波动传播的逻辑演算方式 | 松本俊哲 | 振荡测定器中的混入杂音防止法 | 柴田周治 |
| 鼓形蜗轮切齿法 | 樽谷良治 | 切削工具摩擦测定器 | 竹山秀彦 |
| 流体脉冲电机 | 窪田雅男 | 液压步进马达 | 光冈丰一 |
| 蜗轮和它的切齿方法 | 研野和人 | 液压数字驱动机构 | 光冈丰一 |
| 高精度球面研磨机 | 窪田雅男等 | 静压轴承 | 光冈丰一 |
| 电解切削工具 | 石田泰弘等 | 扭矩检测法 | 矢田恒二 |
| | 竹山秀彦等 | 三元光学信息处理装置 | 諸俣真二郎 |
| | | 摩擦压接法及装置 | 中村 虔一 |

日本精工株式会社制品研究所

日本精工株式会社 NSK 是日本三大轴承公司之一, 在世界上可列为美国的 Timken 瑞典的 SKF 之后居第三位。它在国内有六个工厂, 共有职工 7,000 人, 国外有职工 1,600 人, 分社共有十三个, 海外办事处十一个。

这个会社下有一个研究所, 叫制品研究所, 在日本东京附近的神奈川县藤泽市, 该地还有一个工厂约 1,000 人。我们主要参观了研究所。该研究所有 500 人左右, 该所有工艺研究试验室、摩擦试验室、磨损试验室、寿命试验室、精密计量试验室、超净装配室、噪音试验室。研究所所长是山本精穗。他们在进行轴承寿命试验, 分析滚动接触疲劳机理, 阐明了影响表面发生剥落和表面下发生剥落的因素。将来 NSK 将进一步完善确定在疲劳裂纹发生之前轴承疲劳破坏程度的方法和装置, 这个研究称为疲劳分析系统。用有限元法和计算机计算分析影响轴承疲劳寿命的箱体和支承部分, 特别是它的结构不容忽视的载荷分布情况等。对各种润滑脂在轴承中温升情况进行了试验。还研究用于超低噪音马达的润滑脂, 低噪音轴承自从 NSK 生产以来就很注意, 从而博得很好的

声誉。滚动轴承的润滑主要受到弹性流体润滑的支配, 因此, 该所在弹性流体润滑方面进行了基本试验研究, 他们在两个圆盘机上进行了油膜厚度、摩擦、压力分布的试验。由于灰尘对精密轴承和陀螺轴承有很大影响, 所以有超净间来进行这方面的试验工作和标准工作, 对高速轴承在进行一系列试验。对塑料保持架进行了研究, 最近发展了 NSK 轴承监听器, 用以检查出将要疲劳破坏的轴承。NSK 正在研究创造一种和滚珠轴承有所不同的新型轴承, 它能够正常用油润滑的自供油的螺旋沟轴承 (SSGB), NSK 也在研究多孔性气体轴承。

日本精工会社制品技术研究所的山本精穗、福山宽正等, 一九七七年对球面螺旋沟轴承的性能进行了研究:

(1) 他们用有限元法计算了这种轴承的性能, 结果是: ϵ_z, ϵ_a 给定时使 $f_z, \Delta f_a / \Delta \epsilon_z, k_{zx}, k_{zy}, c_{xz}$ 成为最大的 H_s 是存在的, H_s 根据 d 大小来变化。

变化时 d 大到 $30^\circ \sim 37^\circ$ 的程度, H_s 可以取 1 附近的小数值。

(2) ψ_1 大时 f_x 则减少。但 k_{xx}, k_{xy} 及 c_{xz} 的数值要增大。

(3) r 变大时, f_z 并没有多大变化。但 k_{xz} 要减少, k_{xy} , c_{xz} 则增加。

(4) ε_z 增加时, f_z , k_{xz} , k_{xy} 及 c_{xz} 增加, 然而其增加方式是根据 ε_z 不同有所不同。

(5) 沿深沟变化时油膜的弹性系数, 减衰系数下降。

一九七七年对于由球面螺旋沟轴承支架的豎形轴承的动态稳定性进行了研究。对各种参数的影响分析的结果为:

(1) 球面螺旋沟轴承 (SSGB) 油膜的弹性系数减衰系数 c_{xz} 及 k_{xz}/k_{xy} 越大, 轴系的稳定区域越宽, 而且其倾向没有上限。

(2) 回转轴的质量大时则发生急剧的不稳定。

(3) 轴承质量 m /轴的质量 M 的比值小于 $1/20$ 时, 轴承的质量变化对稳定性不发生影响。 $1/20$ 以上时稳定区域变狭。

(4) 回转轴的转动惯量 I_D 大时则急剧发生不稳定。在回转轴的直径周围的转动惯量 I_D 几乎对轴系动态稳定性不发生影响。

(5) 轴承间距离 l 变化时, 稳定区域变宽,

(6) 重心位置 l_G 越低稳定区域越宽。

一九七九年福山宽正用有限元法对锥面螺旋沟轴承进行了分析研究, 得出下列结论:

(1) 用有限元法时,

(a) 沟回转时 $hm = (\text{平滑固定面的相对挤压速度}) + \text{元件运动带来的轴承间隙的时间微分量}$ 。

(b) 平滑面回转时 $hm = \text{平滑面运动面的相对挤压速度}$ 。

(2) 在 CSGB 上, 沟面回转和平滑回转有 k_{yz} 的差, 沟面回转的 k_{yz} 比平滑面回转者要大。

(3) 半顶角 β 小时, 负荷容量、弹性系数, 减衰系数, 摩擦损失都要增加。

(4) 摩擦损失不受 α 影响。

一九七八年山本精穗对航空发动机的主轴承进行了研究, 由于发动机的推力和重量

比在过去十五年间增长了 2 倍左右, 所以要高转速轴承。现在 DN 值以 200 万者为高的, 将来喷气发劫机的主轴承要达到 DN 值 300~350 万, 运转温度要达到 320°C 附近。为了满足上述要求正在开发研究轴承的设计、润滑及材料。

一九七九年相原了研究了弹性流体润滑时润滑脂膜的一般性质和其形成机理。他用电容法测量油膜厚度。

他的结论认为, 初期的润滑脂膜厚比基油者厚, 但随着时间增加膜厚减小, 一般的弹性流体润滑条件下的润滑脂膜的厚度要比基油膜薄。是 70% 左右, 因此润滑脂膜厚度与基油粘度有密切关系, 在一般的条件下, 剪切热的影响是没有, 而增稠剂的影响也小。但以理论分析和实验数据为基础提出了润滑脂膜厚度的计算式。

此外, NSK 杉山広秋, 一九七一年和日本原子能研究所共同研究了滚珠轴承在液体油中的摩擦磨损。

山本和日本国营铁道滨松工厂的石川共同对径向滚动轴承的滚子的动作情况在东海“新干线”上进行了试验。

NSK 的铃木敏郎、铃木富田、小原秀木等一九七五年对有密封的轴承的润滑脂的寿命进行了研究。泽本武等一九七八年对滚珠丝杆的摩擦进行了研究。

神山等一九七五年研究了润滑剂对球轴承的振动和噪音的效果。

高田等一九七五年研究了油膜厚度对滚动疲劳寿命的影响结果。

藤田等一九七五年对高速滚动轴承的动态性能进行了研究。

广川等一九七五年对滚珠轴承钢的表面发生的和表面层下发生的滚动疲劳寿命进行了研究。

山本等一九七七年对螺旋沟滚动轴承油润滑的压力分布情况进行了研究。

角田一九七九年对日本的滚动轴承的技术现状进行了分析研究。

东京工业大学精密工学研究所

精密工学研究所成立于1954年，是由原来的精密机械研究所（1939年成立）和电子工业研究所（1944年成立，1956年改称电气科学研究所合并而建成。现在是东京工业大学下面的一个附属研究所。该所位于横滨市绿区长津田町。占有建筑面积二千平方米。现有研究技术人员70人，其中教授13人、副教授11人、助手26人、技术员和技师20人、以及行政管理人员7人。

该所的研究方向是研究工程的基础理论及其在工业中的应用，以期建立起精密机械、电子学和材料科学之间的密切联系，从而集合了这三个方面的专家。全所分设十五个研究部门，其名称和内容如下表1。

我们代表团于7月1日到该所参观访问，受到研究所所长池边洋教授接待，并由机械量计量部门的丰山晃教授，齿轮研究部门的林辉教授和梅泽清彦副教授等陪同我们重点参观了齿轮、机械量计量和精密测定等研究试验室。在齿轮试验室内见到的主要设备有MaagHSS—30BC型齿轮磨床，KR—600型滚齿机，齿轮精密自动测量仪、声全息处理系统，ZeissPAD05型光栅式精密测角仪，带专用计算机的齿轮单面啮合测量仪，测定齿轮传动误差用的啮合试验装置，动力循环式超高速齿轮运转试验装置，以及频谱分析记录装置。

精密测定室内的主要设备有：Sip214B型万能测量仪，ZeissUMM万能测量显微镜，Talyrond51型元度仪，TA80光电自准直仪，HP5525B型激光干涉仪等。

机械量计量试验室内的主要设备有：Zeiss1秒圆转台，日本光学60型自准直仪，精密卧式镗床“JIGMIL”。精密加工试验室内的主要设备有精密丝杆磨床，TA53

光电自准直仪，小坂SE—3型万能表面形状测量仪。

各个研究试验室内部都有一些自制的试验设备。测试仪器都很新颖。

该所于1978年度内的经费支出约合人民币4百万元。近年内全所的研究工作分成为机械原件，精密机械加工，工程材料的物理机械性能和设计，自动控制，超声波和振动，电子计算机和信息处理，生物医学工程，光量子电子等八个研究组。参加各个研究组的成员来自上述的十五个部门，根据专业划分（参见表1）。

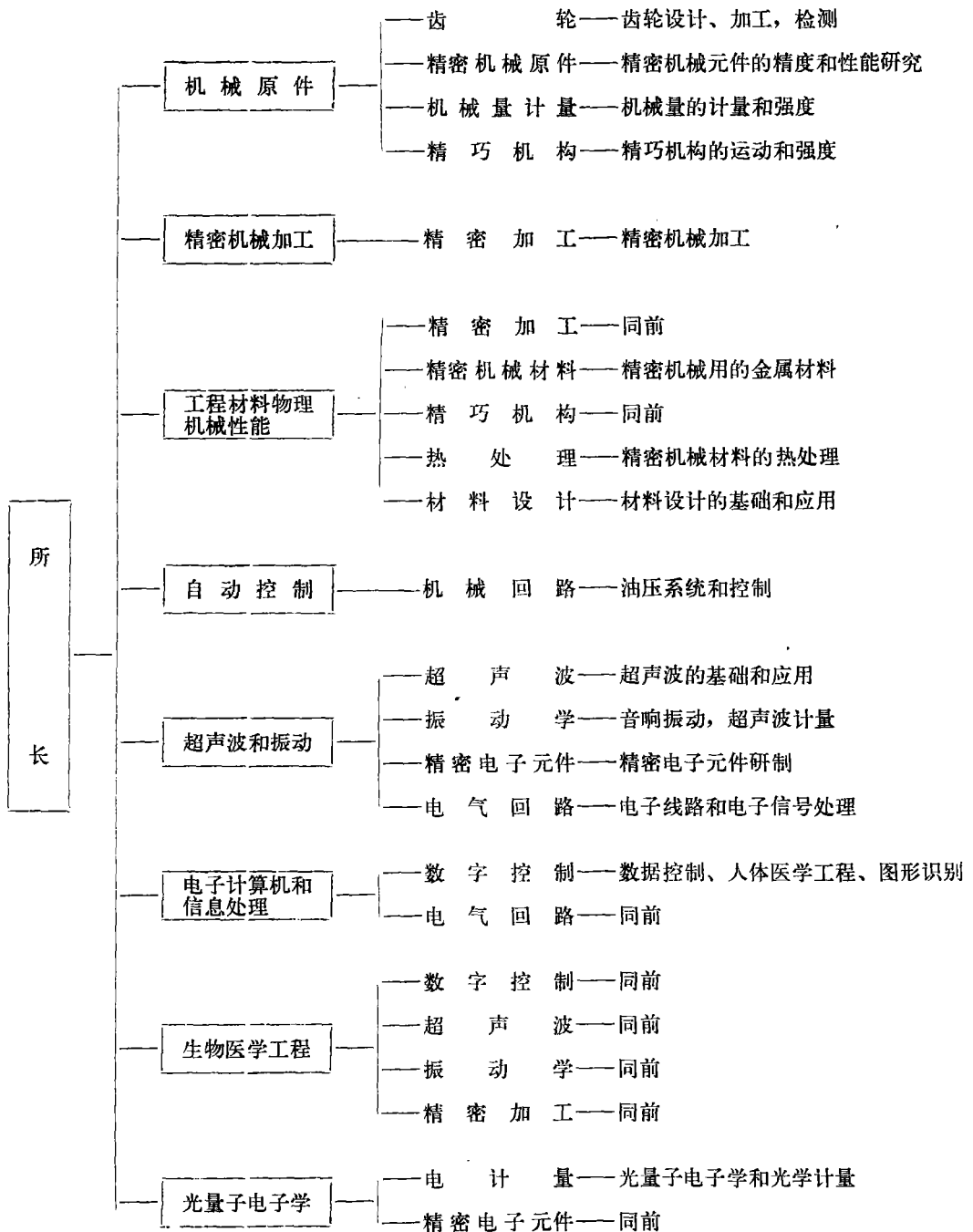
他们最近开展的主要研究项目如下列所述。

1. 机械元件组最近进行的主要研究工作内容包括螺纹和齿轮的设计和测量。该组成员包括教授3人，付教授3人以及其他研究助手等共16人。人数不多，但是成果很多。在精度测量和齿轮设计方面所作的研究工作如下。

(1) 利用光学测量头进行螺纹精度的自动测量（吉本勇）——精密丝杠的生产必须要对导程精度进行准确而又快速测量。为此而发展了一种利用激光干涉仪的螺纹导程测量机已经投入实际应用。在这台测量机上，机械式的测量头存在某些关键问题，涉及测量头的磨损以及小螺距螺纹的测量问题。为此发展出一种光学测量头，能够测量导程误差和周期误差。下一步计划是测量丝锥和滚刀的导程误差。

(2) 利用动态公差图探讨几何公差系（吉本勇）——几何公差系统是一种新的公差系统，包括形状误差例如真圆度和同心度。尺寸公差和几何公差在有些情况下是互不相关的，又在另外一些情况下，按泰勒原

研 究 组 部 门 内 容



理,最大实体原理以及其他原理却又是互相联系的。它们之间的关系利用新发展动态公差图技术进行了研究。

(3) 丝杠导程周期误差的简易测定(大塚二郎)——随着数控机床的发展,对于丝杠的螺距误差和周期误差提出了高要求。这就必须解决高精度丝杠周期误差的测量。为此而开展的丝杠周期检查仪必须:1)测量过程简便,2)测量精度高,3)不论何种尺寸的丝杠,都可以不用任何样板而测定出周期误差。

(4) 蜗轮齿接触图形和传动误差的计算法的研究(丰山晃等)——研究了蜗轮齿接触图形和传动误差计算的计算机程序。这一程序提供确定蜗杆或蜗轮滚刀齿形误差的公差,以及蜗杆和蜗轮的安装误差的公差。曾经对二种蜗轮(一种是直线齿形蜗杆另一种是凹圆弧形齿面蜗杆)的齿接触图形进行了计算和试验。结果表明,计算结果与实验结果相符。

(5) JIGMIL 精密机床的精度测定(丰山晃)——随着高精度机床需要量的增加,机床本身的精度测定成为主要课题。采用激光干涉测量系统对一台卧式铣镗床 JIGMIL 进行了精度测量,测量结果如下:
台面往复的直线性: 8 微米/1200毫米。

工作台面架的直线性: 1微米/900毫米。

主轴送进直线性: 2"/400毫米。

台面位置误差: 10"/1200毫米。

工作台面架的位置误差: 8"/900毫米。

(6) 精密角度标准块的标定(丰山晃)——实验研究的目的在于获得高精度的多面体和自准直仪。这个方法使用一个精密分度台和一台专用的微型计算机。对美国 Moore1440 精度分度台和 12 面体进行了标定,标定精度 0.04 角秒。读数重复性确定为 0.02 角秒。

(7) 关于螺旋截面的测量方法(丰山晃、下河边明)——空气压缩机螺旋转子截面轮廓的测量是十分困难的。这是由于轮廓

形状特殊和大的导程角的缘故。研究了这类螺旋截面的测量方法。用一个球触头沿着轮廓触在两个位置的螺旋表面上。测定球测头在每个位置上的中心座标。根据测出的座标,推导出一个计算螺旋横截面轮廓的公式。作出了计算机的计算程序,并且在一对实际螺旋的转子上验证了这一程序的有效性。

(8) 新型滚刀测量仪的研制(丰山晃、下河边明)——这种新型滚刀测量仪预定具有下列特点:(1)能够精确测量 WN 点齿轮、蜗轮、螺旋系转子以及渐开线齿轮和通用蜗轮滚刀的齿形,(2)利用一台微计算机、光学和电子测量装置,代替正弦尺组成的复杂机构。(3)为了减少测头磨损引起的误差,采用钢球测头,并且能用计算机修正由于采用球测头而引起的误差。

(9) 齿轮制造误差与动态性能的关系(林辉、林岩)这项研究工作的目的,在于研究齿形误差、齿距差等制造误差与齿轮被传动时的动态性能(如振动,噪音和效率等)之间的关系。建立了一种 S-2 型齿轮滚动试验仪,可以测定齿轮在各种使用条件下的传动误差。利用这台试验仪研究了各种齿形误差和周节误差与齿轮动态特性的关系。最近还从实验上和从理论上研究了齿面分离振动和噪音以及它们之间的关系。

(10) 低速转台回转不均匀度测量方法的研究(林辉、林岩)——试验利用陀螺的精密运动来测量低速旋转转台(例如迴转周期为十几分钟的大型滚齿机的工作台)的迴转不均匀度。已经研究了三个型号的测量仪器。

现在已经证明,配备伺服机构的陀螺——伺服测量仪并不受噪声的影响,从而可以大大提高精度,这是因为在这类仪器中,陀螺轴的倾侧角可以被探测出来,并且任何时候都可保持零。

正在进一步研究提高测量仪器的精度,因为目前的基础实验的精度为 1×10^{-6} 弧度/秒,但是希望要达到的是 0.5×10^{-9} 弧度/秒。

(11) 丝杠磨损研究(大塚二郎)——机床上的丝杠和螺母是具有滑动接触的机械元件,丝杠上往复接触频繁的部位遭受剧烈的磨损,从而降低进给精度。该项研究工作的目的在于说明丝杠的磨损机理,为防止磨损提供有用的数据。利用实际的丝杠体为试件,在轴向恒值负载下运转,观察其磨损状况。第二步是用单头三角螺纹试件进行类似的实验,将其与实际丝杠的磨损过程做比较。

(12) 蜗轮齿面修形法的研究(丰山晃、下河边明)——传力传动蜗轮一般都采用齿面修形,以得到入口和防止边缘接触。这项研究工作在于创立一个对新的制造系统适用的修形方法,在新的制造系统中,蜗轮根据蜗轮滚刀的形状而派生出来。这种修形的特点是,蜗杆螺纹的轮廓在其齿顶和齿根对应于蜗轮滚刀的轮廓稍许有些后角,并且中心距稍大于实际值。经过这种修形后的蜗轮与传统的修形蜗轮相比,具有更好的齿面接触和传动精度。

(13) 高速齿轮传动装置的研究(林辉、林岩),——高速齿轮(特别是超出齿轮固有频率的传速)的动态性能的研究是很不够的。研究发展了一台高速大功率的齿轮试验装置。运转功率为100 瓩最高转速为6000 转/分,啮合频率为32千周,

进行了许多的涉及到振动,噪音、发热和效率的实验,以求得到高精度的齿轮。研究了机器的超声速的旋转问题,同时也观察了齿轮传动装置的其它机械元件例如轴,轴承、齿联结等的性能。

(14) 齿轮机构的动特性的研究(林辉,林岩)——在许多的自动机械,计算机的输入输出机械中,齿轮机械内的旋转传动的动特性问题是很重要的。

现时对于齿轮机构中的每一元件的振动模型是用实验法来决定的,与此同时也有一种方法可以确定它们的振动常数。对于复杂的齿轮机构,研究了一种利用信号线流图计

算振动特性的简易方法。

(15) 齿轮噪音的测量方法的研究(林辉、林岩)——齿轮机构产生的噪音在其周围具有很复杂的声压传播,所以在许多情况下很难测定与立即指示出测量结果。他们正在研究一种能够指示齿轮机构噪音能量的常数值测定,和利用抛物面集声器焦点和亚焦点探测噪声源的方法。

(16) 齿联轴节的基础研究(林辉、林岩)——齿联轴节内每个齿上的均分负载并不是很清楚的,理论上已经对于负载成分受齿变形,齿的误差(齿面凸起,齿面修形),间隙等的影响关系进行过分析。也在进行研究更简单的分析方法。正在制造一台扭矩循环式的啮合仪器。将要进行齿联轴节内每个齿上的均分负载的测量。根据所得结果将要分析齿联轴节内的动作和特性。

(17) 内齿轮研究(梅泽清彦,石川雄一)——由于内齿轮是凸齿面与凹齿面相接触。所以,内齿轮与外齿轮相比较具有较小的中心距和更高的承载能力。为了简化制造起见,进行了直线齿形内齿轮的研究。从而可以将小齿轮的齿形用一适当的圆弧来近似。正在从理论上和从实践中研究将这类齿轮应用在动力传动中,正在研究它们的各种性能,例如制造方法,制造误差、装配误差的影响,以及齿面耐久性等。

(18) 齿轮的音响特性(梅泽清彦、北条春天)——齿轮的音响或者齿轮噪音是由许多的周期性的成分所组成,齿的接触频率,齿轮的自然频率。为了降低噪音,重要的是必须知道噪音来自何处,还必须知道噪音是如何辐射入介质中去的。

本研究工作在于利用声全息研究音响的辐射状况,特别是它的方向性。声全息可以设想出音响源的位置。

(19) 直齿轮的接触率和其工作性能的关系(梅泽清彦、佐藤太一)——为了降低齿轮的噪音和振动,必须减小齿轮接触引起的激振力。很多的研究报告已经报导过,接触

率大于2的齿轮的噪音较低。但是他们没有对齿轮的全面性能作出足够的研究。

本研究工作的目的即是在于研究提供设计高性能(噪音, 振动、承载能力) 齿轮的数据。对接触率为1.50至2.69的范围进行了动态性能和音响实验。现在正在更加精细地研究接触率与动特性之间的关系。

(20) 低噪声齿轮箱体的基本研究——利用齿轮箱体当作吸音器是降低齿轮系统噪音的一个方法。本研究工作的目的在于解释清楚, 声音是如何从齿轮箱的内壁向外传播的。试验了用钢板制成的圆柱形和长方形外壳当作齿轮箱模型。壳体内放进一个扩音器作为声源, 实验清楚地表明, 声音是从边缝和声源前面的区域辐射出来的。

(21) 齿轮轴向振动的生成机理(梅泽清彦)——齿轮和噪音主要是从大齿轮的表面在它轴向振动时辐射出来的, 其中之一被当作大齿轮的自然振动。但是在考虑轮的运算几何学的时候, 很难料到轴向激振力。

曾经利用了只有一个牙齿的圆盘当作齿轮的简单模型、对齿面的不同点激振, 实验表明, 作用在齿宽上的对称切向负载产生轴向振动。

(22) 微小机构的研究(林辉)——微小机构在生物学医学和医疗领域有广泛的用途。正在大力探索能够实现显微机构的问题和方法。认为结构上的简单有利于实现机构的微小化。但是考虑保证新需功能条件下采用最简单的机构也是很重要的。他们正在研究一种行程为4毫米的步行机构, 其中采用了压电聚合物薄膜制成的双压电晶片传感器。

(23) 诊断齿轮噪音的新方法(梅泽清彦)——在一般情况下, 齿轮系统运转性能的异常现象与齿轮的声响变化的特性有着密切的联系。正在探索发展一种利用齿轮的音响预测齿轮异常的诊断技术。研究了利用齿轮受划伤试验时的音响规律来预测故障的发生。已经清楚地证明, 可以用齿轮音响频率

变化, 作为预测齿轮系在运转中出现异常的一个标志。

2. 精密机械加工组最近进行的主要研究工作包括塑性加工, 精密螺纹, 精密齿轮加工的基础研究和新技术的发展。该组成员有教授和副教授2人以及助手等共五人。他们在精密齿轮和螺纹加工方面所做的研究工作有:

(1) 利用标准尺为基准磨削丝杠螺纹(大塚二郎等)——用在测长机上的丝杠常常具有标准尺的功能。为了防止丝杠磨损, 常常在淬火以后进行磨削。随着数控机床的发展, 对丝杠的导程提出了高精度要求。研究中, 分析了螺纹磨床台面的进给误差和磨削出的工件螺纹的导程误差, 发展了一种利用标准刻尺减小这些误差的新的设计系统, 进行了高精度长丝杠的磨削实验。

(2) 丝杠螺纹研磨的基础(大塚二郎)——为了进一步提高磨削的丝杆螺纹的精度, 采用了研磨抛光。研究目的在于根据科学技术寻找研磨条件, 和合理化选择研磨条件。研究工作的初始阶段, 是将研磨装置安装在一个台式钻床上, 利用一些与梯形螺纹相当的单头螺纹试样做实验。获得减小螺纹导程周期误差的基本数据。第二步准备用实际丝杠做实验。

(3) 流体静压丝杠(局又太郎)——近代工具机床性能的发展, 要求丝杠能够承受高负荷, 并有恒久的位置精度。估计流体静压丝杠可能满足这些要求, 这种丝杠的啮合金属的表面被高压油膜隔开。已经从理论上和从实验上对流体静压丝杠进行了研究。目前的计划是发展四槽螺母和新型螺纹, 以改善制造上的难度, 增加流体静压丝杠的刚度。正在进行新型丝杠螺纹和螺母的试制。

(4) 蜗轮加工新技术(丰山晃, 下河边明)——正在研究一种新的加工蜗轮的方法。这时候, 蜗轮滚刀先用一片简单形状的砂轮磨后角, 然后再磨削蜗杆使其与蜗轮滚刀一致起来。为此目的, 蜗杆砂轮是利用数

控装置自动修整的,应用这个新的加工方法,试制了一组模数为8,齿轮速比3/31,蜗杆为凹齿面的蜗轮。经过对产品的几何检查的结果表明,这一新型加工方法具有现实性。

(5) 利用参考圆弧研究新的磨齿机(伊豆惠次、石川二郎)——研究发展了一种小模数齿轮新型磨齿机。这种磨齿机的磨齿原理在于,齿轮的渐开线齿形的磨削能够由工作台参考圆弧的运动再加一块弹性板凸轮校正渐开线轮廓的偏差和齿形的修形二种机构组合起来。采用弹性板凸轮很容易校正偏差和齿形修形。

3. 工程材料的物理机械性能组的主要研究工作,包括精密机械金属和非金属材料的结构,机械性能和加工,也在为了高的性能要求进行高级复合材料的设计和处理的边缘学科研究。该组成员教授4人,副教授4人等共18人。

(1) 精密机械用的复合材料研究(梅川庄吉等)——开展了高强度、高刚度和在不用条件下长时期内具有高度尺寸稳定性和物理性能稳定的精密机械用的多功能复合材料的研究。复合工艺学的问题(例如热变形、老化)包括原材料如金属纤维,或非金属纤维的选择,微量元素的添加剂模式的选择,材料设计,制备过程和测试。

(2) 金属结构及其破坏机理(布村成具)

(3) 纤维强化复合材料的组合方程式(白鸟英亮)——进行了单向强化复合材料和交积层强化材料的机械性能的理论 and 实验研究。这些理论工作和实验工作对于圆盘的最佳强化、和对于纤维强化圆盘在储能飞轮上的应用有指导意义。

(4) 多功能高级复合材料的材料设计(岛材昭治、梅川庄吉)——研究方向是能

源开发、节省能源和空间技术中应用。但是高级复合材料的力学性能是与机械特性相互关联的。为了获得最佳性能取决于进行材料的设计。

4. 自动控制组的主要研究工作,分成三个分支。第一分支研究甚高频区的液压控制元件和自适应伺服系统的应用。第二分支研究不稳定射流,振动流和波在管道中的传播。第三分支研究人——机系统和机器人。该组由所长池边洋直接领导,成员有教授副教授2人以及助手等共6人。

5. 超声波和振动组主要研究工作包括超声波技术的基础和工业应用,高稳定频率发生器和时间与频率的精密测量。该组成员有教授副教授5人以及助手等共14人。

6. 电子计算机和信息处理组,主要研究组包括利用电子线路,超声波,激光等技术,从仿生工程和特殊信息处理系统的观点研究图形识别和神经网络。应用面包括医疗图象处理和显示系统,语言和声乐器音调的分析和合成。文字和语言的识别等。

7. 生物医学工程组的主要研究工作包括应用电子学,机械工程学,超声波工程,流体工学等领域的技术,研究生物医学工程,成员包括教授3人,副教授3人以及助手等共11人。而与专门医师密切结合进行诊断治疗。

8. 光量子电子学组的主要研究工作包括量子电子学和光电子学例如气体激光,半导体激光的基础和应用,原子频率标准,光纤通讯装置和液晶的应用。该组成员包括教授副教授3人,助手和参加研究工作的博士课程学生等共13人。

该所在1976年7月至1979年6月期间内共发表了研究论文248篇,其它文章58篇,著书24本,研制装置30种,国内外专利4项。

科学技术厅金属材料技术研究所

该所成立于1956年7月，目前全所有467人，其中科技人员339人，行政管理人员128人。今年全所预算为38亿8千250万日元。全所的面积有19万5,232平方米。该所有一个行政管理机构和15个研究部门，即金属物理、黑色金属材料、非铁金属材料、电子材料、原子核材料、高强度材料、冶金化学、冶金过程、工艺规程发展、金属加工、焊接、腐蚀、材料强度、疲劳试验和蠕变试验部门。归纳起来可以分为下列五个方面的研究工作：

1. 新材料的发展—I—基础应用研究和开发研究，目的是寻找新的材料，包括金属物理、非铁材料。

2. 新材料的发展—II—主要结合国家计划进行的工作，包括电子材料、原子核材料、高强度材料等。

3. 金属加工——在冶炼、塑性加工、粉末冶金、焊接、腐蚀防止方面的工作

4. 冶金过程——基础研究和熔化过程的实际应用，节省能源消耗和动力消耗的新技术以及环境问题的解决。

5. 材料强度——包括材料的可靠性、材料试验、标准钢材和合金的数据材料——包括材料强度、疲劳试验和蠕变试验等。

总的看来，上述研究工作可分为一般研究和特殊研究。特殊研究如解决未来核聚变用的材料、超高强度钢和低温材料等。

在复合材料方面，他们正在研制重量轻、耐热和强度较高的材料。这一问题的关键是在交接面上金属和纤维丝能够牢固地结合在一起，因此他们正在研究在结合面上有良好性能的复合材料。

根据他们的介绍，复合材料可以分为五类，即分散合金、超硬合金、复盖金属、纤

维加强材料和定向凝固材料。

他们用的纤维有碳纤维、玻璃纤维、碳化硅(SiC)和氧化铝(Al_2O_3)纤维，但主要为前二者。他们用的碳纤维的强度为300公斤/毫米²，已有商品，直径为5~10 μ 。他们在研究室内正在试制铝合金、镍合金、铜合金等的复合材料。他们正在试验火焰合成热压、电镀(用于镍及铜)、人工浇注等方法来制造复合材料，并进行了结合力的试验和机械性能试验。他们认为先把纤维表面镀上一层金属效果较好。在真空铸造中，他们用不锈钢的盒子，先把碳纤维放好，然后灌入800℃的铝，抽真空后进行压实，在实验室内则可以用试验管抽真空后进行压实。日本研制的碳纤维材料目前只用于航空和宇宙飞行器方面，价钱很贵(碳纤维复合材料每公斤约1万5千日元)。他们说如果能把价钱降到3000~5000日元/公斤，则可以用在汽车制造上。

他们也在研究抗海水腐蚀的高强度钢——他们正在研究用于海上钻探用装置的支架等可焊接的高强度(σ_b 大于80公斤/毫米²)、高韧性、能够耐腐蚀和在海洋中能耐腐蚀疲劳的钢种。他们正在分析这些钢种的破裂特性，并正在收集资料以便制订在海水中使用的钢的机械性能的标准，实验室内装有试验在海水中高强度钢的腐蚀疲劳试验机。

他们也在研究贮存氢气罐用的金属材料。能源目前在日本是一个大问题。氢气可以在多方面用作能源。为了有效和广泛地利用氢气，一定要寻找有效的储存氢气的容器。金属的氢化物可以储存高密度的氢气而不需要高压容器，因此容易与氢气起反应而形成合适的氢化物的金属便成为研究的对

象。他们正在研究各种金属化合物和合金与氢气的反应特性以寻找为储存氢气的最合适的金属氢化物。

他们也在研究原子反应堆上用的金属材料及其加工过程。例如，正在研究用于轻水反应堆上的金属材料的腐蚀问题，即不锈钢管和镍合金管在高温水下的金相和环境因素变化的影响。核聚变的成功与否与真空容器所用材料和超导磁铁有密切关系。真空容器要能在核聚变环境，即在14百万电子伏的中子辐射、电子轰击等作用下保持其完整性，他们正在研究以奥氏体不锈钢以及钼、钒等金属和合金作为结构材料的真空容器。他们正在广泛研究在氦中子辐射下这些材料的性能以及在高温下的机械性能。

在粉末冶金方面，他们15年前便开始研究了。他们用还原法、电解法和喷雾法三种方法来制造粉末，其中电解法多用于制造铜粉末，喷雾法则多用于制造合金材料粉等。他们已用粉末来制造齿轮、含油轴承。为了消除孔洞，他们把零件再加热后进行锻造或压延。其压延装置为直径300毫米的轧机，轧辊转速为3~12rpm，最高温度可达1600℃，真空度可达 10^{-5} mmHg。他们还有真空烧结炉和自己设计的150吨的锻锤。还有一台热压机，最高温度可达2000℃，真空度为 10^{-5} ~ 10^{-6} mmHg。

在我们参观过程中，看到了他们有大量的蠕变试验机进行各种材料的蠕变试验。据他们介绍，他们进行板材、管材、锻压材、铸造品、耐热合金、焊接件、透平、发电设备零件的试验。由于这些零件有些要使用30~40年，而设计标准为10万小时，即十一年，因此做蠕变试验也要做十一年。他们一共做了四十多种材料的蠕变试验。试样由实物上采取。有一次能装18个试样的试验机，试验时间也是十一年。至于单试样的试验机一共有1100台。他们还试验管子，试验时管子充气，变形时管径加大。炉子经常保持在800℃，可用电子计算机记录变形和其他参

数，是用应变片来测定变形的。

他们还有复式试验机，容量为1500公斤，温度800℃，也有容量为300公斤，温度可达1100℃的试验机，都是直接加载的。石油工业用材料和原子能物理材料都是用这些试验机试验的。他们还有应力松弛试验机，50吨的重载荷蠕变试验机、蠕变（应力控制的）和疲劳（应变控制的）试验机。

在疲劳试验方面，他们有高温、小型、大型的油压式试验机。采用标准试样。他们正在试验焊口、焊接方法对疲劳强度的影响及高温疲劳强度。主要是试验日本的国产材料，试验是与高温蠕变试验结果相对比的。将来还准备进行腐蚀疲劳试验。我们看到他们有150吨油压式疲劳试验机，最高静负荷为±200吨，最大行程300毫米，试样长度最大为2000毫米。

他们还有疲劳龟裂试验机，±40吨伺服电水压疲劳试验机，频率为0.001~20Hz，最大行程为50毫米，还有计算机控制系统的±20吨疲劳试验机，其最大静负荷为±30吨，负荷幅度±20吨，试样长度为600毫米。此外还有扭拉复合疲劳试验机，负荷为15吨，扭矩可达500公斤·米，频率为0~10Hz，美国制的60吨重锤共振疲劳试验机，频率为55~200Hz，10吨的共振疲劳试验机以及旋转弯曲疲劳试验机，其最大弯曲力矩为10公斤·米，最高速度为3000rpm，试样最大直径为15毫米、最大长度210毫米，夹头间距离为50毫米。他们使用的腐蚀疲劳试验机是用悬臂在外加载的。他们还有反复扭转和弯曲疲劳试验机，最大静力矩为±10公斤·米，能施加最大力矩为5公斤·米，试验速度为2000rpm。低循环高温疲劳试验机，最大动载荷为±5吨，行程为100毫米，动行程为±2毫米，频率为0.1~30rpm，最高温度可达800℃；高温、旋转弯曲疲劳试验机，最大弯曲力矩为10公斤·米，最高速度为2000~8000rpm，试样12毫米φ、长度100~120毫米，加热炉温度为800℃

现在把该所目前进行的研究课题列后(共44个课题):

1. 材料发展—I

金属物理部: 课题(1)金属表面的物理性能、(2)金属中的电子状态和氢气的扩散、(3)在核材料中用X光来观察空穴的形成、(4)制备和表征特性三元半导体和磁性化合物、(5)加工系统及其应用的仪器记录数据。

黑色金属材料部: 课题(1)用热处理来改进低合金钢的性能、(2)改进不锈钢的环境脆化性能。

有色金属材料部: 课题(1)在断裂试验中的尺寸效应、(2)用方向性马氏体转变来加强材料、(3)高熔点金属和合金的结构及其应用、(4)发展钛及锆合金及其应用、(5)高强度铝合金和镁合金。

2. 材料发展—II

电子材料部: 课题(1)磁性材料和电接触材料。

原子核材料部: 课题(1)研究如何改进钚和其合金的脆性、(2)研究在各种环境下耐热合金的腐蚀和强度。

高强度材料部: 课题(1)研究高强度钢在氢气环境下的脆性。

3. 冶金过程

冶金化学部: 课题(1)金属在凝固过程中空穴的形成、(2)耐热合金沉淀物的化学分析、(3)冶金过程中放射性同位素的应用、(4)金属的微量分析和多元素分析。

冶金过程部: 课题(1)炼铁中改进原料的反应、(2)从稀溶液中回收锂元素、(3)改进钢的性能和减少它的非金属夹杂物、(4)铅、铜的连续提取过程、(5)生产钛的连续过程。

4. 金属加工过程:

金属加工部: 课题(1)用合成法来制造永久模具、(2)用高压下冷轧法来制造复合金属板、(3)在高压下热挤压脆性材料、(4)烧结合金特性的改进。

焊接部: 课题(1)从冶金方面来考虑改进焊接接合面、(2)电弧焊接接头的焊裂问题、(3)研究压力焊接的参数、(4)用焊接位置改变来研究电子束焊接过程、(5)在水下湿焊接中碳锰结构钢对冷裂缝的敏感性。

腐蚀部: 课题(1)耐热合金中碳在表面分离和氧化中的表现、(2)用综合表面处理来防止铝和钢的腐蚀、(3)在循环水系统中金属的腐蚀和防腐问题。

5. 材料强度

材料强度部: 课题(1)弥散加强合金的制备和机械性能、(2)铁合金中的裂缝形成过程。

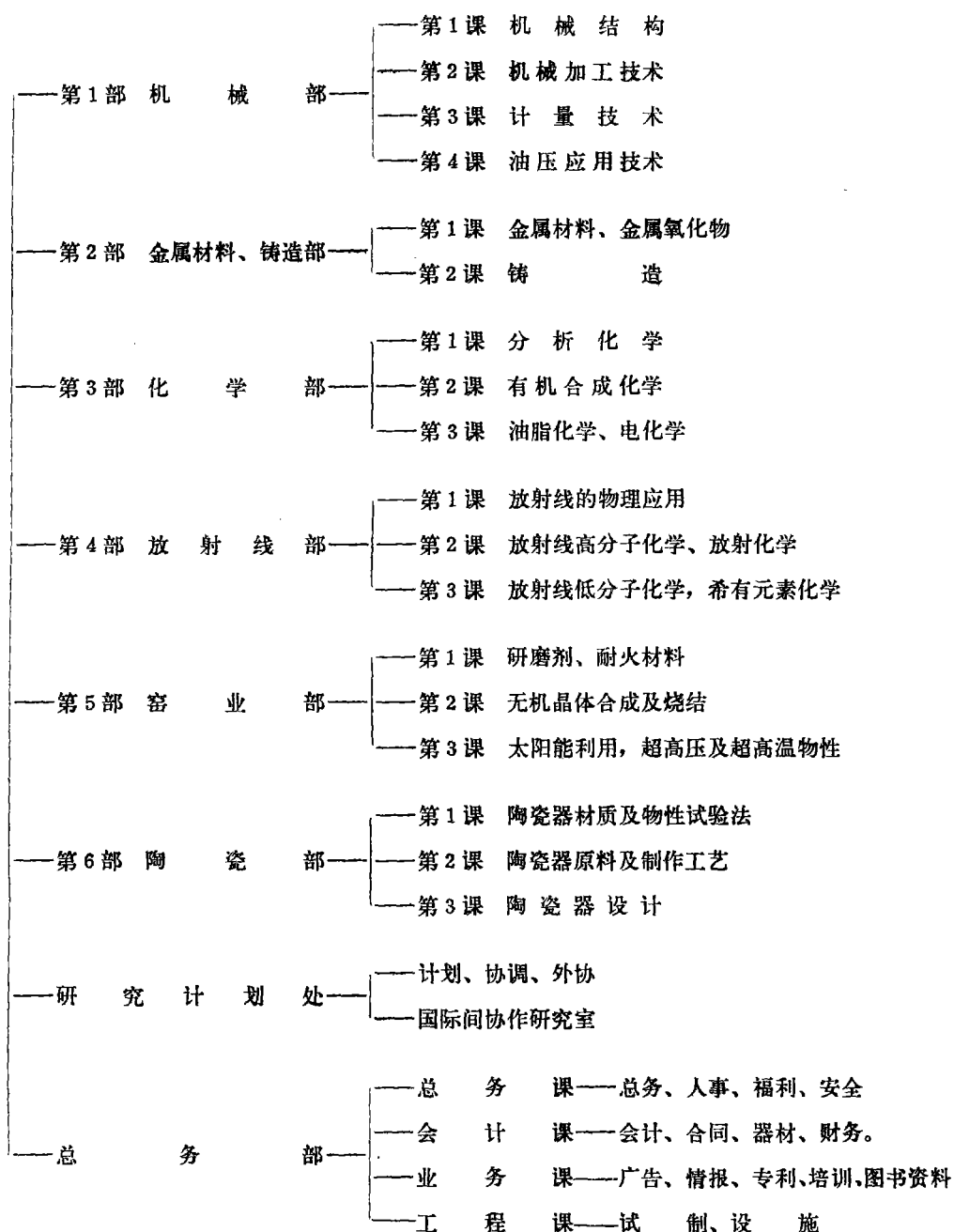
疲劳试验部: 课题(1)疲劳失效的裂纹分析、(2)从焊缝尖端疲劳裂缝的形成和发展过程、(3)金属在不同环境条件下的疲劳性能和在复合载荷下金属的疲劳性能、(4)高温下的疲劳失效过程。

蠕变试验部: 课题有高温钢的应力松弛和应力变化蠕变。

工业技术院名古屋工业技术试验所

该所由原机械、化学、陶瓷等三个研究试验所合并于1952年组成。目前该所有研究人员211人, 管理人员65人。有: 机械、金属

材料及铸造、化学、射线、窑业、陶瓷等六个研究部。每个研究部有3~4个研究室, 其组织机构如下:



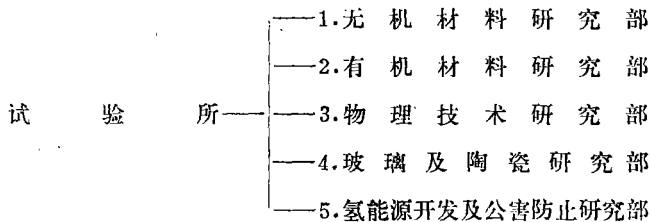
这个研究所在陶瓷研究和金属材料加工工艺研究方面颇具特点。代表团参观了金属材料工艺各实验室。观看了金属管的加工成形工艺试验，滚压锻造，摩擦焊接，玻璃陶瓷的切削加工等。还参观了氮化硼和人造金刚石的研制试验及所用设备——高温高压烧

结炉。在铸造实验室看到了铸铁的金属型铸造试验。该实验室在合金的熔炼、造型材料及造型工艺、精密铸造法和金属复合材料方面做了大量工作，在液态挤压成形研究方面也取得显著成绩。

大阪工业技术试验所

该所已有60多年历史，是一个以化学工业研究为主的综合研究机构。目前有研究人员177人，管理人员68人。科研经费每年为23亿日圆。该所科研工作的重点是非金属材料。为迎接80年代工业生产的高度知识集中化

(该所所长讲话)，把科研的目标放在新材料的开发和有关测试技术的研究上。此外，该所在能源研究方面也下了很大功夫。如氢能源工程研究，电磁流体发电工程研究，高效率燃气轮机的研究等。该所共分五个研究部，即：



另外设有全所共用的测试中心。

该所在太平洋战争之前，主要研究工作是合成橡胶和光学玻璃，战后开展了新品种光学玻璃研究，近年来开展了碳纤维复合材料、液晶用导电膜等的研究。十年前开始了公害问题、能源问题的研究。在空间技术方面没有直接承担科研任务，间接地有复合材料研究。该所目前在利用空间条件进行失重状态下的熔炼试验，熔化各种特殊玻璃材料。

该所五个研究部中的无机材料研究部的主要工作为粉体材料，如，录音、录像磁带的研制等。有机材料部的研究工作，过去以高分子材料为主，目前重点放在生物机体材料，如人造血管、人造肾脏等的研制。另外还有新型建筑材料，减少有机材料，增加无机成分，以创制新型的复合建筑材料。总而言之，这个所把开发新型材料，研制特殊性

能材料，以及建立新的材料物性测试技术作为研究所的重点方向。

物理技术部的主要工作是特殊电器材料，有薄膜性能的研究、图像工学、用超声波对人体进行诊疗、塑料材料性能试验等。

在玻璃熔化工艺方面，主要进行有害气体的排除、节省能源措施等研究。在陶瓷方面，主要研究代替耐热钢材的陶瓷材料。

该所在塑料材料性能试验方面颇有独到之处，如在冲击试验机的冲锤上装上半导体应变片，在冲击试验机的转轴上装上角度编码器，利用各种传感器以提高测试工作的机械化和电气化。

该所在碳纤维的制造技术方面获有专利权。如聚丙烯腈 PAN 的制造工艺流程。在碳纤维复合材料 (CFRP) 的性能研究方面也做了大量工作。此外，在碳化硅晶须的研制与应用方面也做了大量工作。