

日本在科学卫星 和应用卫星方面的工作和发展概况

张 作 梅

宇宙开发事业团和筑波 宇宙中心

日本在卫星和宇宙探索方面的领导机构“宇宙开发事业团”是1969年10月1日成立的。它直接由首相府的“科学技术委员会”领导，是国家宇宙开发的中心，其任务是：

1. 研究、发展、发射和跟踪卫星以及研究发展卫星发射工具。
2. 为了完成上述任务发展有关控制、装备和其他必需的条件。

由于每一个卫星都要耐受严厉的环境条件的考验，如发射时的振动和冲击，在空间的极端温度变化。同时发射后在卫星上一般不能进行修理，所以宇宙开发事业团严肃地控制设计和在卫星发展上所用的一切零、部件的制造都要进行严密的试验以保证它的可靠性。

在宇宙开发事业团的领导和组织下，已发射和准备发射的应用卫星有下列各项：

1. 技术试验卫星1号(ETS—1“菊”)

于1975年9月9日用N—1火箭发射，重量约82.5公斤，直径约80厘米，是26边的圆球，圆轨道高度约1000公里，倾角约47°，绕地球一周约需106分钟。到1979年10月已经环绕地球2万转。它的任务是测定发射时，在正常工作下卫星的工作情况和环境条件，以及姿态控制、轨道变化的情况和试验天线的伸展系统等。现已完成任务，但仍在运行，正观察它到底有多长寿命。

2. 电离层考察卫星(ISS, ISS—b, “梅”

UME, “梅—2”UME—2)

UME (“梅”)于1976年2月29日用第二个N—1火箭发射，重量约139公斤，直径约94厘米，高度约82厘米，圆柱形，圆轨道高度约1000公里，倾角约70°，绕地球一周约需106分钟。任务是观察电离层和为加强短波通讯的预报系统的精确度。工作约一个月后，动力源发生了故障，通讯便停止了。因此在1978年2月16日又用第4个N—1火箭发射了UME—2 (“梅—2”)卫星，重量约142公斤，直径约94厘米，高约82厘米，圆柱形，其轨道及周期如“梅”卫星。任务是为了观察干涉短波通讯的全球性质的空间无线电噪音的分布以及在电离层中电子密度的全球性分布。这一卫星原定寿命为一年半，但现在仍在工作，是国际性的卫星，加拿大也在用这一卫星。

3. 技术试验卫星—II (ETS—II, “菊—II”, “KIKU—2”)

于1977年2月23日用第3个N—1火箭发射，重量约130公斤，直径约140厘米，高约100厘米，圆柱形，是一个静止卫星，于1977年3月5日才固定在东经130°上空，成为日本的第一个静止卫星。它的任务是试验静止卫星的发射和跟踪技术，以及试验其功能和卫星中的仪器的性能。

4. 试验用静止通讯卫星(ECS)。

于1979年2月发射，重量约130公斤，直径约140厘米，高约100厘米，圆柱形，也是静止卫星，在东经145°上空，性能与上一个卫星相同，只是卫星通讯上采用3毫米波段。由于发射时有问题，卫星和火箭没有

脱离，所以影响了卫星的工作性能，发射失败了。

5. 静止气象卫星(GMS, GMS-2, “向日葵” HIMAWARI)。

于1977年7月在美国肯尼迪宇宙中心用美国火箭 $\delta 2914$ 发射，重量约350公斤，直径约216厘米，高约310厘米，圆柱形，也是静止卫星，在东经 140° 上空。主要是参加国际全球性的大气研究规划(GARP)，其任务是通过对云的观察来提高日本天气预报的准确度。GMS-2的设计基本上以GMS为基础，只是特别注意减轻卫星的重量和尽量在国内制造，准备于1981年用N-II火箭发射。

6. 实验用中容量通讯卫星(CS, “樱” SAKURA)。

于1977年12月15日也是在美国肯尼迪宇宙中心用美国火箭 $\delta 2914$ 发射的，重量约350公斤，直径约200厘米，高约350厘米，圆柱形，也是静止卫星，位于东经 135° 上空。这是日本的第三个静止卫星，其任务是试用准毫米波段(quasi-frequency band)通讯，是发展大容量通讯卫星的规划之一。

7. 实验用中容量广播卫星(BSE, “百合花” YURI)。

于1978年4月也是在美国肯尼迪宇宙中心用美国火箭 $\delta 2914$ 发射的静止卫星，重量约350公斤，直径约130厘米，高约300厘米，箱形，位于东经 110° 上空。任务是利用卫星来试验影象和声音传播技术，为研制大型的电视广播卫星作准备。

8. 技术试验卫星-IV(ETS-IV)。

于1980年3月发射，重量约636公斤，直径约210厘米，高约190厘米，圆柱形，椭圆形轨道，近地点190公里，远地点为35,600公里，倾角约 28.5° ，绕地球一周时间为640分钟。任务是试验N-II火箭的发射能力以及试验卫星上的仪器设备。

上面是已经发射的卫星，下面是他们准备发射的卫星：

技术试验卫星-III(ETS-III)。是三轴控制卫星，用飞轮来控制的，准备于1981年发射。其重量约375公斤，高约195厘米，箱形，椭圆形轨道，高度约1500公里，倾角约 45° ，绕地球一周时间约108分钟。其任务是建立三轴稳定卫星的工作和制造技术。

据介绍，他们还准备发射气象卫星、通讯卫星以及海洋观察用的专用卫星，上面装有可见光、近红外辐射计，可见热红外辐射计，作为基础研究用。此外，他们还考虑研制测地卫星，同时还准备采用激光技术。

筑波宇宙中心位于筑波城。筑波城是大学和研究所集中的新城，是从1970年发展起来的。这一中心在日本卫星跟踪和控制网中以及发射工具和卫星的整体试验中起了重要作用并作为一个主要的中心。它的作用如下：

1. 作为卫星跟踪和控制的核心，并与其他跟踪站如邮政省、东京大学的跟踪站一齐协作。

2. 对火箭、卫星及其部件进行一系列的试验，以保证其适应发射时在宇宙中的严厉环境。

3. 对宇宙开发有关问题进行各种技术性计算，并收集、处理和储存数据于大的计算机内。

4. 为促进宇宙开发技术的发展开展研究工作。

该中心占地面积共510,000平方米，建筑物展开面积约38,000平方米。从1969年至1979年该中心的建设费用一共花了251.6亿日元。工作人员一共有178人(1979年)。中心的主要建筑物和实验室有：

- (1) 卫星磁性试验大楼、(2) 行政楼、(3) 计算中心、(4) 跟踪与控制中心、(5) 结构试验大楼1(振动、加速度和冲击试验)、(6) 结构试验大楼2(音响试验)、(7) 卫星试验大楼1、(8) 宇宙模拟室、(9) 诱导和控制试验大楼、(10) 电子学试

验大楼（电磁适应性和卫星姿态控制试验）、（11）卫星试验大楼2、（12）结构试验大楼3、（13）研究和发展实验室。

在我们参观过程中，看到了下列主要设施：

火箭小模拟试验装备，有电子传感器，用模拟磁带送进去，进行模拟试验。

振动试验装置，加振力13.6吨，振动数5~3000Hz，最大振幅25.4厘米，最大加速度100G。

加速度试验装置，有一个直径为13米的旋转运动的横梁，试件最大重量为150公斤，最大加速度为50G。

冲击试验装置，垂直落下型，试件最大重量500公斤，最大加速度100G，试验机大小：3.5×2.5×4.5米。

姿态控制试验装置，通过传感器他们知道卫星的姿态。他们尽量把试验条件接近空间状态，用气浮转台，有单轴的和三轴的两轴试验设备。卫星要作适当的改造来适应这些试验装置。气浮轴承是由东芝于1973年安装的，三轴转台是由美国进口的。

噪音试验装置，模拟发射时的噪音，在此环境下来试验人造卫星及星载仪器是否工作正常。最大音压168分贝，周波数150~9600Hz。

大型宇宙空间模拟试验装置，真空度可达 10^{-8} 托，最低温度可达-150℃，有太阳模拟器。空间模拟器的直径为8.5米，高25米，可把整个卫星放在里面试验。被试验件的最大尺寸为 ϕ 4米×4米高，重量400公斤，于1972年开始建造，3年便建成。

大型磁性试验装置，线圈直径为15米，可测卫星的磁性。在半径300米的场地上不能有带磁性的物质，所以尽量使用不带磁性的设备，建筑物也不能用钢筋水泥，只能用塑料板等。

惯性机器试验装置，卫星发射之前，要在高约23米，半径约3米，有特别罩盖的精密圆心加速度机上对星载的精密加速度计的

精性能进行试验，以检验其测定的加速度的密程度。

由于卫星接收使命时都使用电波，故地面上有发射和接收电波的装置。由于太阳模拟器还达不到太阳光的平行度，所以天气好时，就直接利用太阳光进行试验，同时还有装置来创造外界干扰因素。

火箭飞翔模拟装置——从外界加力来达到一定姿态。有动作模拟和飞翔模拟，整个系统是通过液压来推动的，可作三轴旋转。为了开动飞行试验装置，外面有电子计算机，算出火箭的运动状态和知道火箭的姿态角度，这是利用导航装置来测定的，然后通过命令信号来操纵火箭。操作规程变了，火箭的运动也发生变化。这样便可以根据火箭的操作制度来计算火箭的运动。人造卫星和火箭的姿态控制系统都可以通过上述系统计算出来。

我们参观了电离层考察卫星（ISS）的跟踪系统。他们一个星期测一次，主要是测定轨道参数。这一卫星是在1000公里高度的圆轨道上运行的。

在他们的总指挥室中，有卫星工作人员、跟踪人员和负责人的座位。要对卫星发出命令时，都要经过几个人签字的书面材料才能发布命令。此外，这里还可以和其他跟踪站联系。里面有测卫星的距离和速度的装置，还有日本的标准时间。这里还有实时处理试验室，有两台电子计算机，发生异常情况时，可以马上讨论处理。

这里还有静止气象卫星（GMS）姿态控制室。他们正在拍摄云层照片。主要设备为计算机和电视机。在遥测讯号处理室里，主要为实时遥测机。

在诱导控制试验室中，去年从美国cargo Electron Co 进口了一个三轴转台，台面的底座指向北极，底座可以抬起一个纬度角，使其与地球自转轴平行，可放入惯性传感器，有三个自由度，发出的指令可以和卫星和火箭完全一致的动作，通过计算机解答火

箭的实时运动公式，模拟出卫星的动作。传感器把讯号输进去又倒回来，可测出导航系统和线路的性能。传动是油压的，用电子计算机控制，可发出模拟讯号，数字讯号也可以输进去。角度可以测出来，精度模拟时为 $2/100^\circ$ （模拟式为 $1/100^\circ$ ，数字式为 $3/100^\circ$ ）。最大速度内轴为 $900^\circ/\text{秒}$ ，外轴为 $1000^\circ/\text{秒}$ 。检测器为相位差变压器及感应同步器，分辨率为 $2/1000$ 。

在三轴转台的旁边为火箭发动机试验装置，上面放着第二节火箭，可以进行俯仰和共轭或搭配（yoke）动作，可以有 ± 3 个自由度，测出各种特性。

检验人造卫星控制（姿态）有三种设备：一种在转台上放了仪器和计算机组合进行试验；第二种为飞行试验转台，在转台上放着仪器进行检查（与电子计算机一齐进行工作）；第三为这个房间的试验环境，创造了与宇宙空间接近的条件。试验件可放在一个空气轴承的支承器上，最大重量可达400公斤，在天花板上有两个照相机及两块镜子，可按试样的转动情况测出变化以决定卫星的行动状态来检验测定结果。这是小型的地球模拟装置，是今年1月份才做出来的。

此外还有一个很大的太阳模拟器，有19个小镜头，是1972年制造的。有检定用的试验体，可以测定卫星上各种参数（即模拟设备，把卫星的零、部件装在里面），有装氮气的设备。此外还有一个单轴转台，是用气体轴承的，是日本东芝制造的。

一般在卫星装配好之后，要在空间中心经过大约一年的各种测试之后才能交出发射。

东京大学宇宙航空研究所

该所于1964年成立，现有人员430人，其中有36位教授，27位副教授。研究部门共有6个，即空气动力学和结构、动力装置、电子学及精密仪器物理、材料、宇宙科学、

宇宙技术。该所开始研究气球，后来研究飞机的安全和可靠性。它目前负责火箭、科学卫星和仪器设备的研究和研制及地面设施的建造等。该所至1979年为止共发射了科学卫星9个如下：

1. 1970年2月11日发射了日本第一颗人造卫星“大隅”（OHSUMI）号，以后又陆续发射了下列几颗卫星。

2. 1971年发射了试验卫星“探星”（Tansei）号，进行各种技术试验，为发射科学卫星作准备。

3. 1971年9月28日发射了科学卫星“新星”（Shinsei）号，它的任务是研究电离层的等离子体、宇宙射线及太阳无线电波。

4. 1972年8月19日发射了科学卫星“电波”（Denpa）号，目的是研究电离层的等离子体。

5. 1974年发射了试验卫星“探星”2号，（Tensei II），任务如“探星”1号。

6. 1975年2月24日发射了科学卫星“太阳”（Taiyo）号，是为研究太阳发光和地球外大气圈间的关系的。

7. 1977年发射了试验卫星“探星”3号（Tansei III），任务如“探星”1号

8. 1978年2月4日发射了科学卫星“极光”（Kyokko）号，目的是研究极光及其相应的现象。

9. 1978年9月16日发射了科学卫星“实验”（Jikken）号，为椭圆轨道，其远地点为30,000公里，上面有长的两极天线，两端间的距离为102米和70米，同时还装有磁强探测器，是在Z轴上伸展开的。

10. 1979年2月21日发射了科学卫星“白鸟”（Ha kuc ho）号，近圆形轨道，目的是研究X光爆炸、X光星体、新星和软X光源等。

上述第8颗和第9颗科学卫星是参加国际磁场考察（IMS）的，前者是用远红外和电视技术来绘出北极光等的图象，后者是为

直接探测磁场用的。

他们正在研制的卫星有：

1. 科学卫星“*Astro—A*”，正在制造，目的是观察在太阳活动期间的X光闪光。

2. 科学卫星“*Astro—B*”则正在设计和制造其工程模型。

此外，他们在1976年2月4日还发射了一个科学卫星，但没有进入轨道。

现在介绍一下该所各研究部门的研究工作：

1. 空气动力学和结构研究室

研究领域有：航空学、宇宙航行学、空气动力学、结构力学和动力学以及情报科学。下面有下列各组：流体力学、气体动力学、流体物理、飞行动力学、计数器和控制技术、结构力学、结构和材料强度、结构综合和电驱动。重点研究项目有：水生动物和生物的飞行动力学、湍流、高温气体动力学、稀薄气体动力学、非稳定状态变化流动的热流动力学、超流体流动、烧蚀空气动力学、电驱动、纤维加强复合材料和结构、结构的动力学运动及其稳定性、结构概念的创立、最佳结构设计、计算固体力学、计算机辅助设计以及人——机器通信。

这一研究室有一3米直径的试验用风洞。

2. 动力装置研究室

这一研究室的研究工作包括所有发动机的领域，如喷气和火箭发动机、内部流体动力学、燃烧、热和质量传递以及摩擦学(Tribology)。最近工作主要集中于下列各课题：叶片振动和透平机中的颤动、叶栅产生的音响、火箭发动机的化学动力学、气态反应动力学、在化学反应多成分气体流动中的燃烧现象，不稳定相位变化和化学反应流动中的热和质量的转变。在滑动和集中接触中以及润滑和无润滑情况下的摩擦现象(Tribology phenomena)

3. 电子学及精密仪器物理研究室

有下列各研究组：航行电子学、控制技术、电子系统、仪器工程。这些组的研究工作主要是与航空和宇宙应用有关的。目前重点研究工作有：多普勒降落系统、运动物体上应用的通信系统、控制中的认识和代表性问题、图象数据探测的电视技术、空中交流服务系统、用光学电子学和测量仪器技术的测定。

4. 材料研究室

这一研究室主要进行材料性能和推进剂的性能以及将其用于宇宙和航空飞行器上的基础研究。这一研究室有下列各研究组：固体力学、耐热材料、高强度材料、复合材料、聚合物和推进剂。目前的重点研究题目有：冲击、非常低温和水静压力作用下宇宙空间用材料的表征，高速变形力学，粘合裂缝、纤维、粉末综合的复合材料力学，穿透力学、粘弹性断裂力学通过光学实验工具的观察，宇宙空间材料的破损耐受力估计，碳纤维、铝复合材料，金属和合金中的重结晶，烧结机理，固熔合金在高温下的变形和断裂机构，利用声学发射技术来分析变形和断裂，改进18%Ni马氏体钢的断裂韧性、芳香聚合物的结构与性能的关系，小角X光和吊里渊散射，高温下聚合物的动态性能，在氧化氮(NO_2)中聚合物的退化，聚合物的光物理、光化学、聚合物的扩散控制反应，复合材料中基体聚合物的补偿反应，纤维基体接触面的化学问题，喷气发动机的燃料粘合剂和氧化物的结合，推进剂和常用燃料的点火和燃烧，外国燃料的生产和其燃烧，在特殊条件下金属的烧损。

5. 宇宙科学研究室

这一研究室1965年便建立了。它包括高层空气物理，X光天文学、无线电宇宙科学、宇宙等离子体物理、外大气层物理和宇宙辐射物理，同时还准备建立新的部门。

目前的重点研究工作有：高空的观察和理论研究、磁场和太阳空间、宇宙空间的原子和分子活动的理论研究，如行星和星际大

气和星际空间、宇宙等离子区的实验室模拟、银河系和外银河系星体来的X光观察以及从旧超新星残余发出的软X光的观察。

6. 宇宙技术研究室

该室有下列各研究组：系统工程、天文学动力学、安全工程、宇宙环境工程、仪器仪表、无线电遥测、无线电跟踪和气球技术。

目前重点研究题目有：将来MW火箭计划的系统分析、发射工具的结构问题、先进的推进系统、低温火箭发动机、飞行和射程中的安全系统、无线电数据传递系统、无线电跟踪系统、天线电引导系统、带电粒子装置、宇宙飞船的设计和可靠性、太阳电池和次级蓄电池、卫星和火箭的天线、大型气球和长距离飞行的气球系统。

除了上面各研究室的研究工作外，该所还进行不少几个研究室联合进行的研究工作，如1971~1972年关于飞机的安全和可靠性的研究，1973~1974年的振动工程的研究，1975~1977年的减轻由于飞机对环境的污染，以及1978年到现在的宇宙中特殊环境工程的研究等。他们还研究了材料在最脆性情况下的性能，并有试验在三种限制变形的条件下，即有切口、高变形速率和非常低温下的装置。他们还研究了材料在高的三维水压力作用下的韧性性能。

该所还进行了气球观察的活动。从1966年便开始了。从那时到现在已经发放了250多个气球。一个200,000立方米的气球于1973年发放，并成功地在43公里上空飘流，目前正在发展新的气球材料和密封方法。以便发射500,000立方米的气球。同时还发展了气球的跟踪、遥测系统和放在气球上的装置。每年发放15~20个气球来研究气球技术和科学观察。许多对象如X光、 γ 线和红外线目标，原始电子、太阳系粒子、同温层的磁场，日本都组织了科学队伍在观察。许多精力花在发展能耐久的气球上。在日本也发展和研究了气球的回收系统。1979年他们用侦察气球来观察 ν 线爆发，他们用了两个气

球，进行了150小时的观察。现在新的接力气球系统正在发展，通过第二个气球对遥测讯号的接递，使有效的讯号接收距离已扩展到1,500公里。

我们参观了他们的润滑试验室。有速度可达每分钟五万转的高速球轴承试验设备。有由该所增田先生创造的流动轴承试验机，可分析磨损粉大小的试验机。他们研制的测量油膜厚度的设备正在进行试验。他们在研究磨损粉时用放大显微镜放大、电视观察，并可以自动纪录磨损粉的大小和数目。此外，还有超真空的摩擦试验仪，可以达到 10^{-11} 托的真空度，但目前只能达到 10^{-9} 托，他们用应变片来测量摩擦力。他们还有高压轴瓦试验机、单轴空气轴承转台、等。

在材料试验室中，他们有材料疲劳试验机，有自旋试验台，正在进行碳纤维壳体的刚性试验，是日本某汽车公司用碳纤维板制造的火箭上的整流罩。他们还有动平衡试验机、冲击振荡试验机等。

他们还有用来试验卫星总体的热真空、冲击和振动试验设备。

材料研究室目前正在研究宇宙空间用的材料的冲击性能、在很低温度下和高速高水压力下的性能以及高速形变机理，纤维、粉末合成材料的力学性能和耐损伤性能以及碳纤维和铝复合材料的性能，等。

科学技术厅 航空宇宙技术研究所

该所成立于1955年7月，主要进行航空方面的工作，1963年以后才进行宇宙方面的工作。目前全所有481人，其中从事研究工作的有357人。1979年总预算为五十四亿四千九百万日元，其中研究用费为28.4亿日元。该所有空气力学1部、空气力学2部、机体1部、机体2部、原动机部、计测部、飞行试验部、新航空机研究部、航空机公害研究部、宇宙研究部、计算中心、角田支所

等部门,其中宇宙航空研究部下设综合性能、固体火箭的控制、火箭的运动与控制、火箭及人造卫星的导航、人造卫星的姿态控制、空间机械润滑、火箭的微小推力发动机、火箭的空气力学性能、火箭的构造特性、航天飞机利用等研究室。

该所正在研究低骚音的STOL运输机。他们利用新技术来保证离着陆性能、安全性、可靠性和低公害性。其技术性的研究项目有:

1. 短距离离着陆和高升力特性,全机空气力学特性的研究。

2. 飞行特性的研究—要求低骚音、急角度着陆进入方式的研究。

3. 高升力装置骚音的研究—研究骚音发生源及降低骚音的途径。

4. 机体构造的研究—研究新的、重量轻的复合材料。

研究工作的进程: 1975~1981技术研究, 1977~1978进行基础设计, 1979~1982为实验机制造, 1983~1985为飞行试验。该机的主要尺寸和性能如下:

机翼两端长度30.6米, 机身全长30.3米, 机身高度10.1米, 全机重量38,700公斤, 发动机用FJR710/600S型的, 每个推力为5吨, 着陆速度为130公里/小时, 必要滑走路线为800米, 航行距离为2,600公里以上。

现在把该所各部的的主要研究项目和主要研究设备介绍如下:

1. 空气力学1部

主要研究设备有

名称	测定部分尺寸	超音速	空气压力	空气温度	型式
50厘米极超音速风洞	φ50厘米	5, 7, 9, 11	10~100公斤/厘米 ²	600~1000℃	间歇吹出式
18厘米×18厘米迁音速风洞	18×18厘米	1.4以下	大气压	常温	连续循环式
18厘米×20厘米超音速风洞	18×20厘米	2, 1, 2.65	3公斤/厘米 ²	130℃	连续吹出式
15厘米×15厘米极音速风洞	15×15厘米	5	20公斤/厘米 ² 以下	400℃以下	连续吹出式
加热风洞	3.2φ, 6.8φ	10, 15	2公斤/厘米 ² 以下	10,000℃以下	连续吸入式
极超音速风洞	30厘米φ	10, 12, 14	200公斤/厘米 ² 以下	1,500℃	自由活塞式
分子线装置	分子线密度	10 ¹¹ 个/球面度·秒			

2. 空气力学2部

主要研究设备有

名称	参数	型式	动力
迁音速风洞	测定部分: 2米×2米, 马赫数1.4以下	连续循环式	主送风机 22,500KW 补助送风机 12,000KW
超音速风洞	测定部分: 1米×1米, 马赫数1.4~4.0	间歇吹出式	—
大型低速风洞	测定部分: 6.5米×5.5米, 最高60米/秒	连续循环式	3,000KW
二次元风洞	测定部分: 1米×0.3米	间歇吹出式	—
高压空气源	容量6000Nm ³ /n, 压力20公斤/厘米 ² G	往复式	900KW
高压空气源	容量6000Nm ³ /n, 压力20公斤/厘米 ² G	螺旋式	1,200KW
高压空气源(建设中)	容量18000Nm ³ /n, 压力20公斤/厘米G	回转式	3,450KW (予定)

3. 机体 1 部

研究航空和宇宙飞行器机体的空力弹性、热弹性、构造强度（如疲劳强度、重点研究复合材料）、高温机体强度、机体构造强度、动载荷等。

主要研究设备有：

吸出式迁音速试验设备，测定部分尺寸：60厘米×60厘米。

热弹性试验装置，最大出力。1200KW
主翼反复荷重试验装置，荷重容量±20，10，5，3吨，速度最大15cpm。

筒体内压反复荷重试验装置，水中加压方式，水槽130米×5米×5米。

火箭振动试验设备，加振机1吨，50公斤，25公斤，10公斤，1公斤，供试口径：最大13米（高）×1米φ，6吨。

4. 机体 2 部

研究航空飞行体的机体构造和部件的静强度和动强度，研究弹性体、粘弹性体的应力，壳体复杂构造物的变形、应力状态的研究等。动特性研究有：壳体、机座的振动，以便得出实用设计资料；不规则外力作用下构件的动应力分析，构件的疲劳及疲劳断裂，安全寿命的统计研究，音响疲劳的研究，极低温下构件材料的破坏等。

主要研究设备有：

500吨材料试验机，最大荷重500吨，最大间隔2米。

六分力组合荷重试验机一轴力（拉伸、压缩）100吨，水平横力：20吨，垂直力30吨，上下弯曲25吨米，左右弯曲7吨米。

疲劳试验机

PB 30型，最大合成荷重±30吨（±200吨）面间距离2.4米

PVTN型，最大合成荷重±20吨，面间距离1.0米，

音响疲劳试验装置：最大全音压，165dB，荷重形式，正弦波。

5. 发动机部

主要研究航空机上用的原动机的性能、

高压燃烧、构造强度、控制、计测法等。他们正在研究两种推进器：推力为：JR100型1,530公斤，本体重量156公斤；JR220型2,280公斤，本体重量亦为156公斤。

主要研究项目有：航空发动机综合性能的研究，高压燃烧的研究，发动机材料强度的研究等。

主要研究设备有：

空气源设备（空气流量4,600kg/s、压力2.5~3.3公斤/厘米² abs，以及55kg/s和压力3.5~5.5公斤/厘米² abs）。

压缩机试验设备：出力4,600KW，回转速度13,600rpm；出力15,000KW，回转速度10,000rpm。

直流电器动力计，吸收动力：最高1,800KW，回转速度15,500rpm；吸收动力，最高440KW，回转速度44,000rpm。

翼列试验设备：高亚音速翼列风洞、迁音速翼列风洞、翼冷却试验用高温风洞。

燃烧试验设备：

筒形，流量1.2公斤/秒，入口压力1~0.2公斤/厘米² abs。

高压设备：流量10公斤/秒，入口压力1~30公斤/厘米² abs。

高压设备：流量25公斤/秒，入口压力1.5~15公斤/厘米² abs。

构造强度、振动试验设备。

屋内外运转试验设备：推力10吨以下。

6. 计测部

研究航空机的导航、计测技术、自动着陆方式，手动/自动飞行控制方式、不干涉控制方式等。另外还研究宇宙航行中轨道决定问题、观察数据的最佳处理等的基础研究。

主要研究设备有：

航空机动特性模拟装置，可动模拟操纵装置、模拟视界等。

VTOL机操纵研究设备

环境试验装备，包括高度、温度、湿度试验槽，冲击试验机，加速度试验机，振动

试验机以及高精度振动试验装置。

7. 飞行试验部

有实验用航空机，有7个座位和4个座位的两种。

8. 新航空机研究部

主要研究短距离着陆的STOL机，垂直距离着陆的VTOL机等。有风洞，型式为单回路四流型，测定部位尺寸：2米×2米正方形，风速3米/秒~67米/秒。

9. 航空机公害研究部

主要研究航空机的骚音以及燃烧骚音等。有流路音响试验装置（测定部分尺寸为300毫米×200毫米）、骚音试验用无响室等。

10. 计算中心

有大型电子计算机，Facom 230—7型。

10. 宇宙研究部

主要研究项目有：

(1) 飞机的操纵稳定性的研究。

(2) 人造卫星三轴控制的研究。

(3) 空间机械润滑的研究。

主要研究设备有：

卫星姿态控制用的试验装置。

超高真空摩擦试验机。

电气推进实验用真空装置，1.5米φ×3米长，压力 $1 \sim 2 \times 10^{-6}$ 托。

振动试验设备：型式，电磁加振方式，可供试验最大样品：13米（高）×1米φ，6吨。

刚性试验装置：供试样用试验台，4.2米（高）×3.3米（宽），耐力50吨·米。

综合起来，该所的重点研究项目如下：

1. 短距离起降飞机的研制——由于日本地方小，人口过于集中，要新建飞机场很困难，因此能够在短距离内起降的飞机的研制受到重视。他们准备先做试验性飞机。

2. 他们正在试制低骚音的飞机，研制的程序为：技术研究→基础研究→实验机制作→飞行试验。

3. 他们正在研究飞机用的喷气发动机，其中一项重要研究课题是轴承的润滑问

题。

4. 高效率的气轮发动机的研究，准备用液体燃料。这一项目才开始，准备用十年时间进行研究。

5. 火箭发动机的研究，重点研究用液氧—液氢和液氧—煤油作推进剂的燃烧室和蜗轮泵系统，是与宇宙事业团共同进行的。这一研究所主要承担液化燃气的项目，已开始为工业化提供条件。液化氢气主要为提供实验数据，其中还有润滑和密封问题。

6. 惯性导航方面。他们研究陀螺、高精度的加速度计、惯性诱导计算机等。正在做模拟试验，还不到实用阶段。

7. 姿态控制试验装置的研究

我们主要参观了空间机械润滑研究室和卫星姿态控制研究室，他们正在进行下列三方面的工作。

1. 研究在超真空下人造卫星用的滚动轴承的润滑问题。

2. 在超低温的液化氢和液化氧透平泵的机械密封和轴承问题。日本于1964年开始研制液氧泵，液氧透平泵则于1974年才开始研究。液体燃气涡轮的轴承在他们所里研究。

3. 喷气发动机用高速滚动轴承的滚动疲劳寿命及磨损问题的研究。

他们正在研究固体润滑材料，曾研究了氧化铅。他们还研究了在超真空下的固体润滑问题。他们还研究过在各种环境条件下油润滑问题，真空对磨擦带来的影响，空气对边界润滑的影响等。他们还用金、银、铅作为固体润滑剂，是用离子电镀上去的，还做了喷镀、溅射等方法，结果并不稳定，可靠性低。用这几种金属时，他们发现镀银比较好，但寿命还短。他们还试验了二硫化钼、塑料、复合材料等作为保持架、内外圈材料等。

关于轴承的寿命，他们介绍在日本的学术振兴会中有一个滚动轴承寿命研究会，包括大学、国立研究所和轴承厂的科技人员，

是专抓这方面工作的。

至于姿态控制方面，他们在研究三轴气浮转台，是模拟无阻力作用下的空间状态。他们说他们目前研制的转台，调平衡很费劲。在这研究装置中有飞轮，其角动量为10 NMS，速度3000 rpm，重量为7.6公斤。

总结我们参观过的单位的情况，我们可以把他们在空间机械的研究工作的一些动向归纳如下：

1. 他们曾经请美国替他们发射了几颗重的卫星，现在他们自己正在研制推力较大的火箭，以便自己发射重的卫星。发射基地现在已经具备。他们曾向外国买了不少卫星上用的零、部件。因为卫星上装有这些从外国买来的零、部件，卫星发射遭到失败时，就很难知道问题发生在什么地方。今后他们

准备把火箭和卫星国产化，因此也正在研制卫星上用的零、部件。

2. 在姿态控制方面，他们的努力方向是从自旋转的转向三轴稳定的姿态控制。在飞轮方面，他们正在研制角动量反作用飞轮和磁悬浮轴承的反作用飞轮。

3. 在可伸展天线机构方面，他们还存在信噪比低的问题，影响了通讯效果。他们正在针对这些问题进行研究。

4. 在太阳帆板方面，他们正在研制能自动跟踪太阳的伺服系统。

5. 他们正在用溅射表面复盖层来提高在高真空下滚动轴承的使用寿命。

6. 碳纤维复合材料他们正在卫星上应用。