激发制造业活力的通讯杂志
007

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

SUPPORT MEDICAL PROGRESS

~支撑医疗的加工技术~

VOL.7 STORIES

3-6
EYE on MARKET
技术革新突飞猛进的
再生医疗器械

7-18
FOCUS on PERFORMANCE
斯大精密／ SUZUKI PRECION ／高山医疗机械制作所

19-20
HISTORY OF MITSUBISHI
支撑三菱矿业的煤矿的一生
— 军舰岛 —

21-22
CRAFTSMAN STORY
锋利切削刃外
覆CVD涂层，
实用性与安全性兼顾
—“DF2XLBF” —

23-26
TECHNOLOGY ARCHIVE
支撑刀片进步的
模具开发的历程

27-28
ABOUT US
切削刀具市场的
中国教育基地
— 天津技术中心 —

29-30
CUTTING EDGE
使课题可视化，
从而改善加工的分析技术

筑波制作所
tsukuba

始终放眼未来
推动产品制造不断进步

感谢您阅读MMC通讯杂志《YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO》的第7期。本次的主题是“面向医疗行业的解决方案”。作为继汽车、飞机、模具之后的重要市场，我们近年来陆续推出了面向医疗行业的解决方案，但仍有不小的改进空间。希望大家阅读这篇文章，给予我们更大的支持。

自去年以来，因产品质量问题给客户造成了诸多不便，对此我们深表歉意。现在，公司正努力用实际行动赢回客户的信赖。

在切削刀具业务领域，常因产品品质问题而受到客户的批评和建议，针对这点，今后我们要更加努力地提高品质。

以IT技术的扩大和产业活动的全球化为契机，制造业所处的环境正发生着显著变化。技术的发展和人口的动态变化也在考验着我们的业务形态。在这样的环境变化之中，要想赢得客户的信赖，不断帮助客户排忧解难，本公司需要继续坚持以成为“客户的综合刀具工坊”为目标的品牌理念。而且，为了实现这个目标，维持并改善安全、品质等业务基础设施尤为重要。

维持并改善业务基础设施需要以长远的眼光采取行动，提出具备革新性的主题，向提高生产技术和制造能力不断发起挑战。今后，我们要通过发挥智慧和创意，继续推动产品制造的发展。

本公司在日本国内外有超过7,000名员工从事硬质合金产品业务。虽然直接面对客户的员工不多，但以“成为客户的综合刀具工坊”的品牌理念的精神为指引，全体人员都保持着注重客户满意度的态度。我们希望通过产品和服务将其展现出来。

作为不断挑战的综合刀具工坊，请大家对三菱综合材料拭目以待。

三菱综合材料株式会社
加工事业公司
副总监兼制造部长
村上 靖典

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

明石制作所
akashi

岐阜制作所
gifu

EYE on MARKET MEDICAL INDUSTRY

技术革新突飞猛进的再生医疗器械

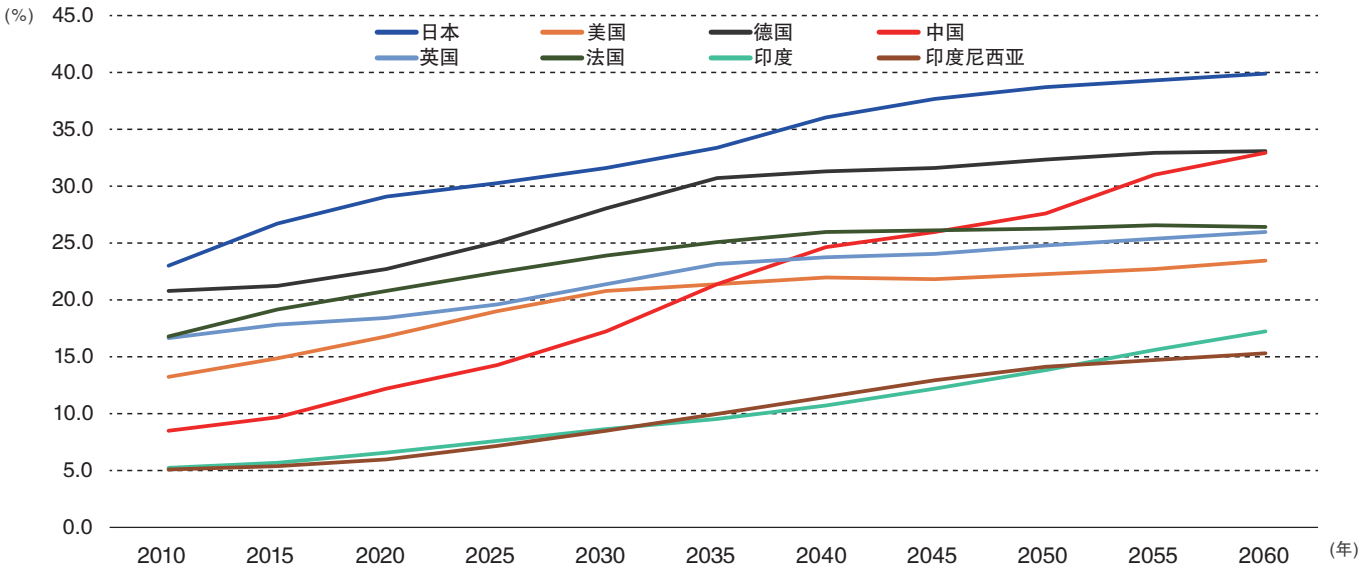
再生医疗器械产业所处的环境

再生医疗的目的在于恢复疾病、外部因素、年龄增长等所导致的生物功能下降。再生医疗市场过去以欧美为中心，如今，拥有世界半数以上人口的亚洲地区也成为了备受关注的热门市场。这是因为亚洲地区的经济发展迅猛，受老龄化和生活水平提高的影响，对于再生医疗的需求正在激增。在未来，非洲市场也有望得到发展，由此可以预测，再生医疗市场今后仍将实现稳定增长。

再生医疗大致分为生物替代和生物再生两类。生物替代是利用人工关节或人工骨骼等人造物品直接置换人体的一部分，而生物再生则是通过在体内引导并促进生物组织或器官再生，使丧失的功能得到恢复。生物替代使用的设备叫作替代器械，在需求庞大的亚洲地区，传统型替代器械的需求预计会扩大。运用3D打印机的医疗技术(包括手术设备、植体)虽已局部投入了实用，但与传统制造方法相比，用3D打印机制造替代器械在初期投资成本、材料费、制作时间上优势小，很难取得重大进展。

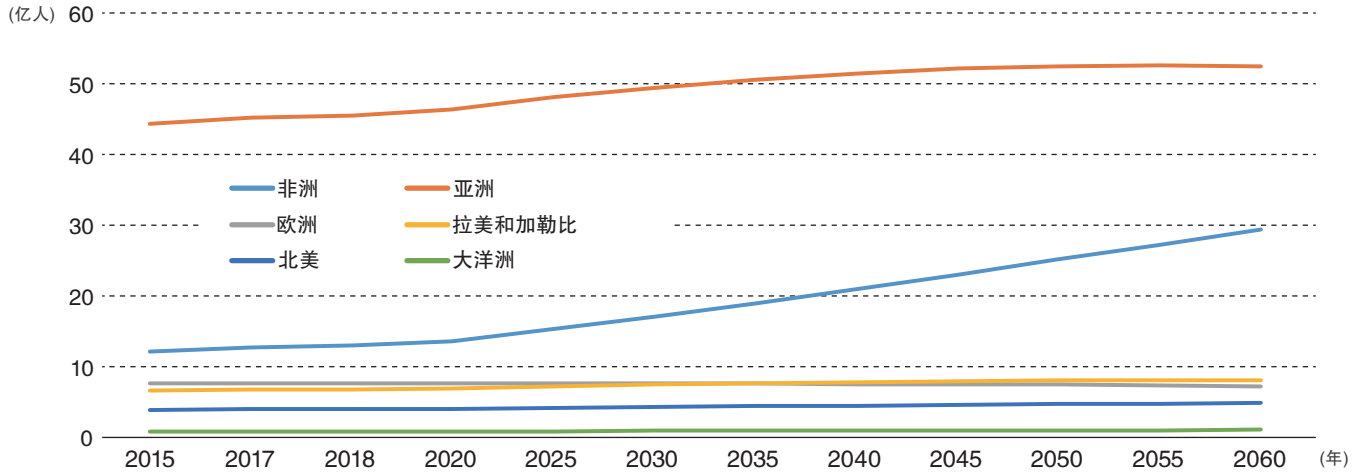
另一方面，在日本和欧美，老龄化已成为重大社会问题，医疗费的扩大对财政造成了压迫，这些地区目前正在为降低总成本而研发医疗技术。作为最新技术，生物再生技术受到了关注，以生物相容性优良、安全且患者负担小的iPS细胞为基础的治疗技术正在逐渐被投入实用。但这一领域仍存在一些有待解决的课题，如医疗制度(保险制度、资质认证)的完善，以及医疗机构技术能力的提高。

主要国家老龄人口比例推移预测



出处：United Nations，World Population Prospects The 2015 Revision

世界人口预测



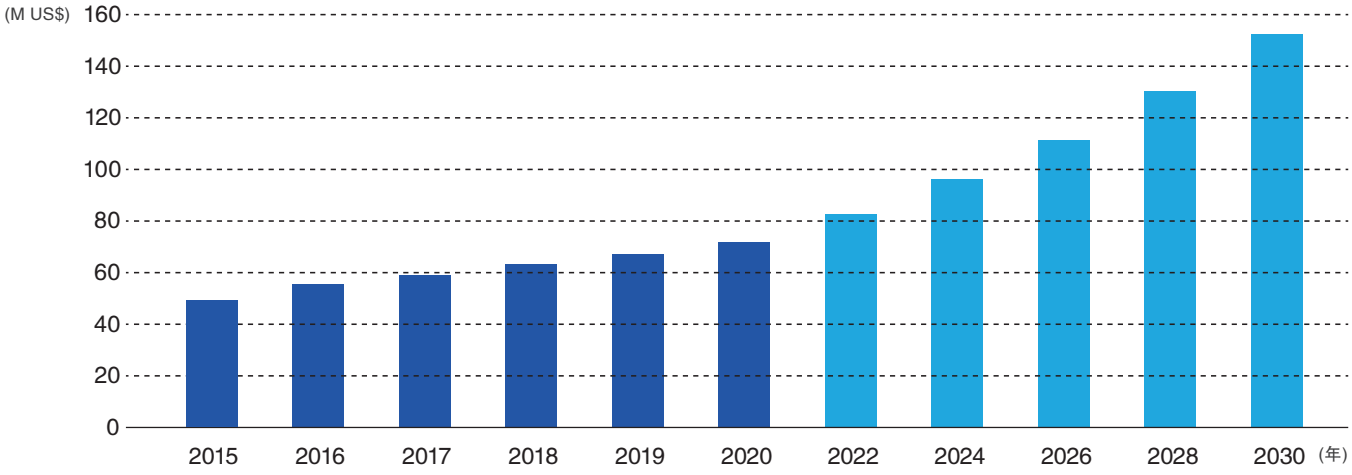
出处：United Nations，World Population Prospects 2017

提高生产效率、降低成本的需求攀升

替代器械与一般的零件加工相比，使用切削刀具进行机械加工的比重大。除了钛合金、不锈钢合金、钴铬合金外，陶瓷和碳纤维(CFRP)等难切削的工件材料也有增加的趋势，随着新材料开发的不断推进，切削难度估计会进一步增大。在这样的情况下，在尖端医疗技术上一马当先的各大医疗器械制造商为了开拓新市场，研究开发费用的负担日趋沉重。因此，为了打赢白热化的需求竞争和成本竞争，切削刀具制造商面临着更高的要求，要通过改善生产技术，提高产品切削加工技术并降低成本，以满足市场需求。

代表性替代器械

替代器械市场预测



出处：本公司根据各大医疗器械制造商的年度报告作出的预测

特辑 技术革新突飞猛进的再生医疗器械

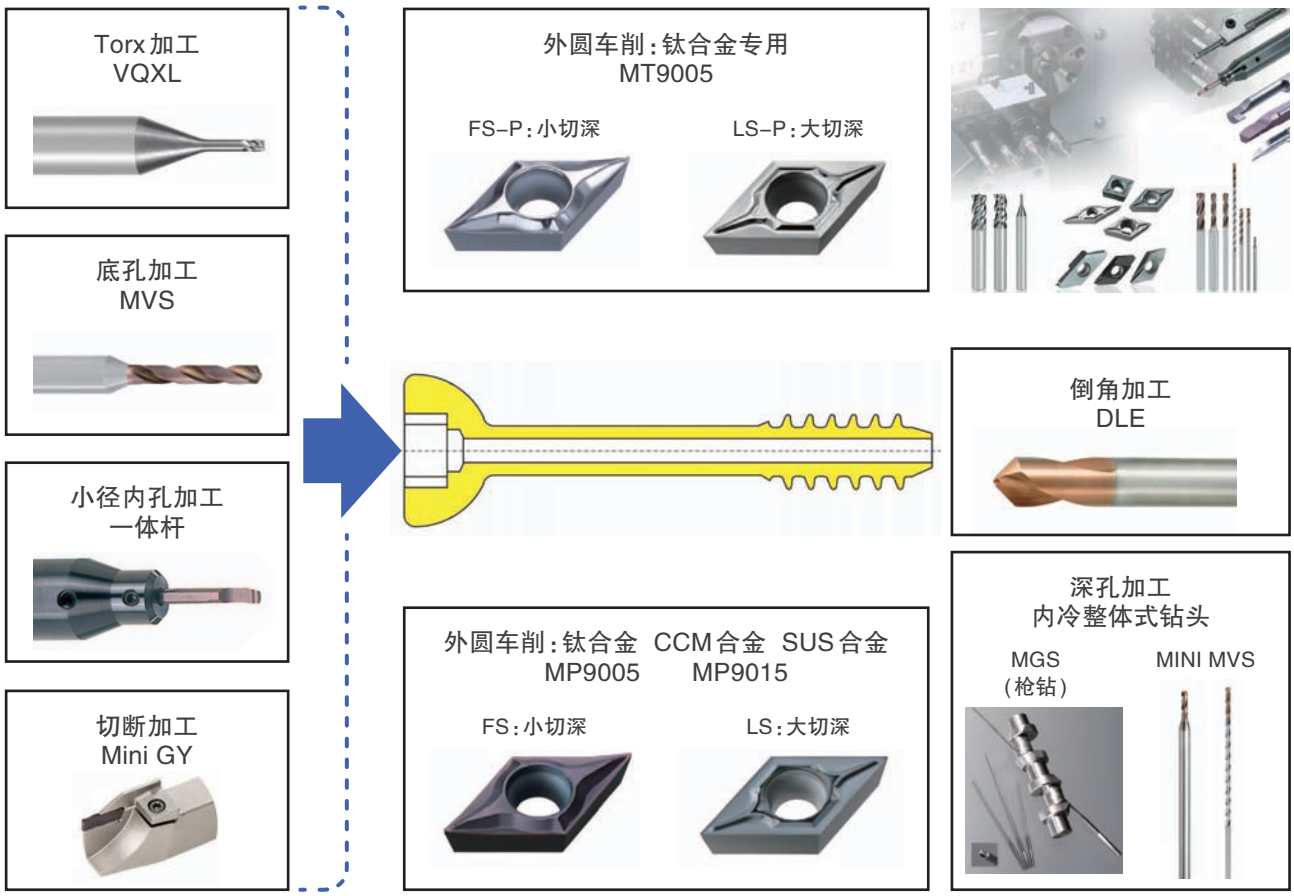
EYE on MARKET **MEDICAL INDUSTRY**

向医疗产业提供整体解决方案

活跃于植入器材和人工器官加工的切削刀具

植入器材和人工器官与飞机零件一样大量使用难切削材料（钴铬合金、钛合金、不锈钢合金）。因此，刀具寿命非常短，是迫切需要延长切削刀具寿命的领域。本公司凭借从材料到成品的一条龙刀具开发，面向植入器材和人工器官零件加工中尤其需要具备耐磨损性的钴铬合金的加工、加工效率特别差的小径深孔加工等，推出了改善刀具寿命和加工效率的产品。而且产品种类丰富，涵盖车削、钻削、铣削刀具，作为少数能够提供整体刀具系统的切削刀具制造商，以植入器材和人工器官的主力市场北美为中心，博得了众多医疗器械制造商对于难切削加工的高度评价。

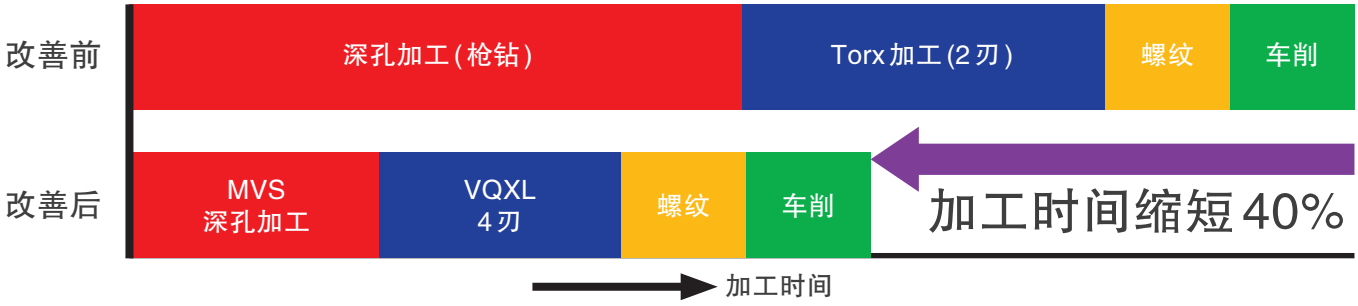
整体刀具系统



医疗螺纹刀具事例

改善事例

瓶颈工序的加工效率和刀具寿命获得显著提高

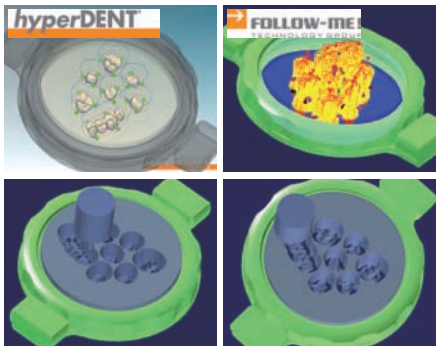


工件材料	Ti-4Al-6V	
使用机械	小型CNC自动车床	
加工工序	深孔加工	Torx加工
使用工具	MVS0180X30S030	VQXLD0050N025
加工条件	n=1,750min^{-1} fr=0.02mm/rev	n=35,000min^{-1} F=300mm/min ap=0.03mm
切削液	油性(内部7MPa)	油性(外部)

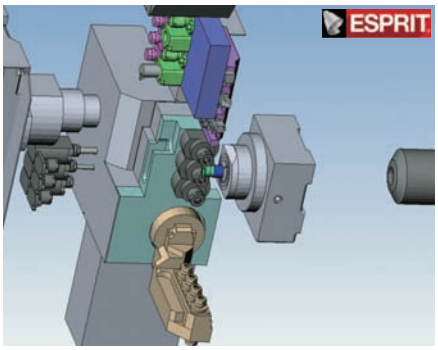
通过强化创意能力提高顾客满意度

近年来,切削加工所处的环境发生着巨大变化。制造复杂的医疗部件需要使用复合加工中心和5轴加工中心，进行车削、钻削、铣削加工等各种加工。这些设备可以提高加工的生产效率并节省人工,加快了降低成本的进程。伴随着这一变化，加工技术愈发复杂，单靠形状、材料、涂层开发等切削刀具本身性能的提升已经难以改善实际加工或进行加工技术开发提案。因此，企业现在需要有能力运用切削刀具、机床、CAM、分析等,提供整体解决方案。

要想在短时间内高效推动医疗部件的进化和开发、生产基地的全球化，生产技术能力至关重要。本公司不仅在技术中心引进最新的复合加工中心(等小型自动车床)、5轴加工中心和各种CAM，还与机床制造商和CAM制造商合作,利用最新的整体解决方案和分析技术，大力强化高水平创意能力。今后,三菱综合材料将在替代器械领域从客户的角度出发,力争成为能够提供全球化整体解决方案的综合切削刀具制造商。



牙科CAM模拟



小型自动车床用CAM模拟

带低频振动切削功能小型自动车床

特辑 技术革新突飞猛进的再生医疗器械

CASE 1

斯大精密

(静冈县菊川市)

开发生产适用于医疗器械制造的
瑞士型自动车床
全球份额高达约3成。

斯大精密株式会社 机械业务部 营业部 部长　增田 文雄

同业务部 营业部 销售技术室 室长　大关 纪明

同业务部 开发部 部长　铃木 大亮

用户独立为自己开发的自动车床

斯大精密株式会社的历史要追溯到1950年，当时是一家只有6个人的小型零件加工厂。该公司起初使用瑞士和日本制造商的自动车床制造钟表的精密零件，在创始人提出的“为了制造高品质的精密零件，要自制自动车床”的方针指引下，开始自力更生制造机床。很快，其他公司的订单纷至沓来，以“用户为用户制造的自动车床”为口号，该公司启动了车床的量产。

“本公司现在也使用自己制造的机床代为加工各种各种精密零件。能将使用情况反馈给开发部，用于开发新产品和改善现有产品，这是我们的一个优势”，机械业务部营业部部长增田文雄娓娓道来。

该公司在全球开展业务始于1962年向英国出口自动车床，目前已在欧美，以及亚洲各国建立起了制造、销售、服务体制。销售人员会亲自访问用户，全面提供引进前的售前服务和引进后的售后服务，而不是完全仰仗代理商和销售商。如此细致入微的活动受到好评，该公司的瑞士型自动车床现已占据全球份额的约3成，确立了在这一专业领域的领先地位。

从医疗领域来看，该公司的瑞士型自动车床已被应用于制造骨折治疗使用的骨螺钉、牙科治疗使用的植体(人工牙根)、关节用辅助材料等。如果不使用瑞士型自动车床，很难加工出这些细长的形状，因此必然要采用该公司的产品。“骨螺钉等医疗器械要植入人体中，必须要克服血液相容性、耐腐蚀性等艰巨的难题。材料以钛合金等难切削材料为主，而且不规则的形状多，对精度的要求非常苛刻”，销售技术室室长大关纪明如是说。

发挥适合医疗行业切削加工的优良机械刚性

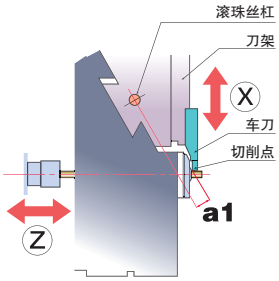
尽管要求如此之高，但该公司的瑞士型自动车床无论是在设计上还是在规格上，满足这些要求都绰绰有余，博得了制造医疗器械的用户的好评。

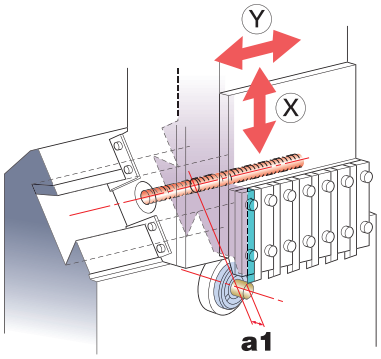
“本公司在开发瑞士型自动车床时非常注重机械刚性。结构上采用带梯形滑动面的‘斜型滑动导向面结构’，俗称‘燕尾槽’。这种结构的固定部与移动部以面相接，使滚珠丝杠中心靠近切削点，以减轻切削时的力矩负载。由此来抑制切削阻力等造成的振动，提高加工精度。特别是在大幅改变切深的时候，能使加工精度保持均匀，实现稳定的加工精度”，开发部部长铃木大亮强调说。

除燕尾槽结构外，还采用了“主轴筒滑动导向面结构”等，由滑动导向面来支撑以无导套规格进行加工时主轴台承受的切削负荷，进一步提高了机械刚性。除此之外，追求高精度加工的设计也融入了诸多巧思。

“举个例子，植入的人工牙根(植体)有时需要在材料中心以ϕ1.8的直径进行80mm的深孔加工。如果用机械的主侧进行切削，对长度有限制，因此，我们在背侧的主轴上安装了能够加工100mm左右深孔的附件，通过选择刀具保证了有效行程”，销售技术室室长大关进行了讲解。加工在口中倾斜部位植入植体的角度基台时，为了制造出相对于轴心倾斜的形状，机械侧也需要准备可以加工倾斜面的刀架。为抑制热位移而采用了通过传感器测量并预测热的变化，根据变化调整移动量等原创设计。营业部长增田补充说：“因为医疗相关人士有时会来参观制造现场，所以我们还考虑到了设计性和清洁性，非常重视外观形状的简洁，采用了不易漏油的结构等”。

在控制方面也采用了自主开发的“斯大运动控制系统”。





斜型滑动导向面结构的高刚性刀架

(左起依次是)三立机械株式会社 菊川分公司 代理分公司经理　牧 淳哉、
三菱综合材料株式会社 营业本部 富士销售所 所长　黑田 启市、营业本部 富士销售所　大原 宗晃、钻头・超高压开发中心 刀具开发组　藤泽 翔一

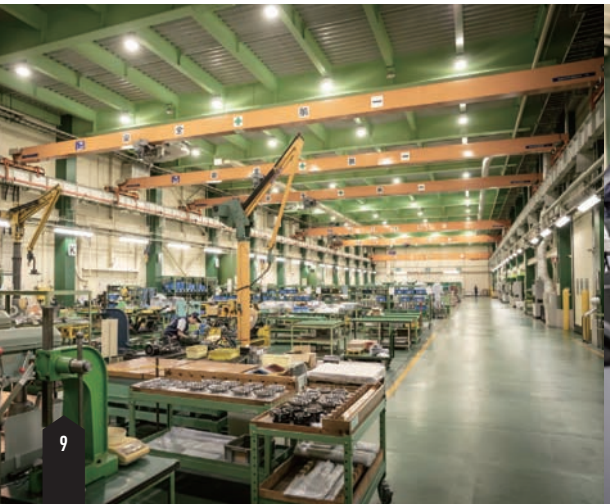
该系统能在最佳时机进行主轴变速等控制，顺利完成从选择刀具到接近工件的一系列动作，大幅缩短非切削时间。当有充裕的时间等待进入下一道工序时，会保留进给速度，在规定的时间之内在规定的位置定位，以抑制机械工作时的振动，为维持加工精度作出贡献。

然而在实际生产中，金属加工公司往往需要使用高难度的制造方法，将圆棒加工成方形或不规则形状等，如果车床的刚性弱，则加工产生的挠曲大，经常出现成品与程序不符的情况。听说深受这些课题困扰的公司在使用该公司的瑞士型自动车床进行测试切割后，不禁欣喜地表示："表面粗糙度好多了"、"刀痕不见了"。

追求最大限度发挥机械性能的刀具

斯大精密与三菱综合材料的合作始于2000年代初。2000年代的时候，自动车床的加工材料开始从之前的快削钢逐渐发生了变化。这是因为以喷油嘴为中心，汽车零件中的不锈钢类工件材料有所增加，而且在医疗部件中，SUS316和钛类工件材料也开始在全世界普及。加工不锈钢需要处理切屑，而且，自动车床一般使用的是冷却性不佳的油性冷却液，刀具寿命也会成为问题。再者，医疗部件很多采用的是更难加工的钛类工件材料，自然给开孔加工造成了困难。解决这些问题需要高耐热性的涂层，并以医疗部件常见的小直径尺寸制造带油孔的钻头。为了满足这些需求，当时正在开发新型钻头的三菱综合材料上市了采用高耐热性VP涂层的MWS钻头。以这款高性能钻头为契机，斯大精密与三菱综合材料开始合作，之后，该公司在测试切割和出厂试刀中一直长期使用这种钻头。回顾当时，在2000年代担任销售负责人的三菱综合材料富士销售所所长黑田启市说："通过介绍三菱擅长的小直径长型钻头种类的丰富，本公司的钻头得到了深孔加工用途的广泛采用"。在被问及对于当时的三菱综合材料有何印象时，大关说："用于加工飞机零件的三菱刀具耐久性强，即使提高旋转和进给的速度，依然能够制造出高精度的零件。在我被派驻中国的那段时间，还经常使用医疗器械用产品。既然连难切削材料居多的飞机零件和医疗器械都不在话下，我觉得所有产品应该都具有很高的通用性"。

在2016年斯大精密参加的欧美展会上，瑞士型自动车床SR系列配备了三菱综合材料正在开发的定心钻。短暂的展会期间，这种定心钻在演示中发挥出了优异性能，斯大精密于是决定在2018年度的国内外展会中都配备这种定心钻。该刀具已于今年6月作为对中心孔・倒角加工用硬质合金钻头，以"定心钻DLE"的名称上市销售。对于其特长，负责开发钻头的三菱综合材料刀具开发组藤泽翔一这样介绍说："过去的定心钻前端锐利，在加工不锈钢类难切削材料时特别容易崩刃。这次开发的DLE为了解决这一问题，为确保前端强度而制造多件试制品，通过反复测试，最终成为了现在的两段式前端角形状。而且为降低机械侧的负荷，还组合了可以实现低阻



(左)斯大精密株式会社 机械业务部 营业部 销售技术室
试运行组 组长 内山 拓治
(右)机械业务部 营业部 销售企划室 向山 雅仁

力的修磨”。

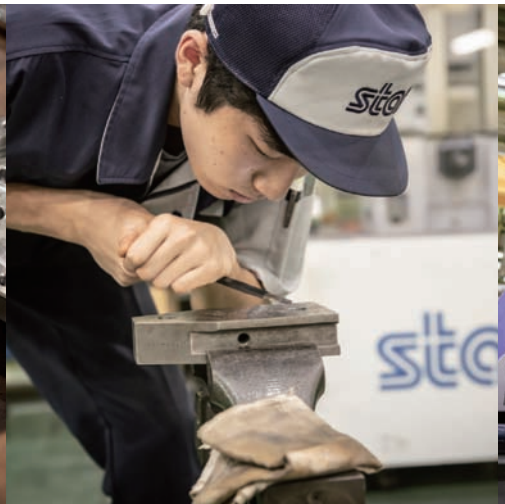
对此,增田说：“机床与刀具的匹配对于提高加工精度非常重要。我们希望刀具制造商安装刀头进行进给、转速、切屑处理等各种测试，开发最能发挥出机械性能的刀具”，对此，富士销售所销售负责人大原宗晃回答说：“以定心钻DLE为契机，我们今后会积极进行各种刀具的提案”。

掀起顺应医疗行业发展的新挑战

谈到对今后的展望，销售技术室室长大关说：“在医疗领域,我们准备今后在印度等人口较多的地区扩大销售。因此必须要降低成本。而且，现在的医疗器械以轴类产品为中心,在美国,连接脊髓的板类产品的需求正在增加,除了瑞士型自动车床,我们还将固定型自动车床的开发也纳入了视野。我们销售技术的主要工作是处理投诉,除了为出现故障的用户排忧解难,还要具有提出建议的能力，帮助用户取得更好的成果”。对此，开发部部长铃木进行了补充：“为降低成本，我们从大约3年前开始推行以模块为单位构建结构，使其他机械也可沿用。不管怎么说，机床的原点在于开发。尽管责任重大，但我们会认真对待每一张设计图纸,提供令客户欣喜的机床。还要专注于本公司的特点，着重提高机械刚性”。

另外,为了追求高精度的零件加工,该公司将会提供可以直接加工淬火钢材的机床。该公司希望刀具制造商开发适用于此类机床的刀头。对此，三菱综合材料刀具开发组的藤泽坚定地回答说：“本集团的优势在于制造过材料和刀具。而且擅长开发制造淬火钢用刀具。我们会根据材料，以最佳形状制造出高性能的刀具，切实回应需求”。

随着时代的发展，对于产品制造的需求在不断发生着变化。“在汽车的世界，如果电动汽车在未来实现普及，零件数量会逐渐减少，但随着最终产品向小型化、精密化发展，本公司生产的精密小型零件的需求在今后预计还会继续扩大。我们要充分利用身居这一成长产业的利好因素，不断发起新的挑战，制造客户喜爱的产品”，营业部部长增田鼓足了干劲。三菱综合材料也再次宣誓,要通过斯大精密的合作,为医疗行业的发展和全世界人类的健康作出贡献。



CASE 2

SUZUKI PRECION
(栃木县鹿沼市)

加工孔比头发丝还细的
日本国内顶级超精密加工。
自动车床用高速旋转刀具也为自主开发。

株式会社SUZUKI PRECION 董事副社长　铃木 勋

两次危机增进经营能力

栃木县鹿沼市，在大芦川岸边宽敞的土地上，并排伫立着两栋建筑。1991年在此地建设的工厂的前身，是铃木拓也社长的祖父铃木悦郎在半个多世纪前创办的小工厂。

创始人铃木悦郎以制造为最大爱好，他召集伙伴创业，开始冲压制造鞋子装饰等产品。公司的业务方向很快转向了开孔、螺纹切削等切削加工，1971年设立有限会社铃木精机，正式进入了金属切削加工业。

员工人数增加到10人左右，不只是液压机，还第一时间引进了NC车床。回顾当时的场景，担任董事副社长的铃木勋说："现任会长的家兄铃木庸介是第二任社长，他喜欢新奇的事物，购置了许多机械。NC车床最初也是他来操作的。虽然叫作NC，但当时的NC是用纸带来驱动的类型，而且只有X轴和Z轴，没有Y轴"。

当时公司从事三包制造之类的工作，时任社长的铃木庸介遇到了一件难忘的事情。当他穿着被工厂地板上的积油弄脏的胶靴去拜访客户的时候，遭到了严厉的斥责："不要穿着那么脏的鞋进别人的办公室！"以此为契机，庸介社长意识到了3S的重要性，开始通过禁止穿鞋入内等措施来确保厂房清洁。

1991年，该公司搬迁到现在的位置，并在之后的1992年引进CI，变更组织形式，更名为了株式会社SUZUKI PRECION。然而，此时正值泡沫经济破灭的时期，工作量骤减，公司遭遇了第一次经营危机。

"如果作为三包商守株待兔，是拿不到好工作的"。感受到危机的庸介社长于是雇用了专职人员来强化销售能力。之后，客户层逐渐得到了扩大。与此同时，出于重视人才的想法，他还在营造易于工作的环境上大下功夫。

随着业务内容的逐步改善，该公司经人介绍开始从事牙科用植体的切削加工，与钛材料打起了交道。切削加工植体需要将从未接触过的钛加工成牙科使用的微小尺寸，这一经验令该公司在日后取得了长足的发展。

当时的业绩支柱是以每月几万件的产量批量生产的计算机零件枢轴和臂等。然而，在视察泰国等东南亚地区的时候，铃木庸介社长见到了惊人的景象。当地工厂在24小时不间断地制造同样的零件。"这些零件生产基地早晚会全盘搬到人工成本低廉的亚洲地区"。在危机感的驱使下，庸介社长开始考虑转换经营方针，然而就在此时，一个撼动经营的意外发生了。2001年，占当时销售额约3成的最大客户倒闭了。公司因而遭遇了第二次经营危机。

谈到当时的情况，铃木副社长说："供应商突然变卦，说不一手交钱就不给材料和刀具。主银行也跑来把还款能力调查了个底朝天。当时我还以为完蛋了"。

不畏惧任何难题的态度促进技术能力

大客户倒闭后，该公司彻底转换了方向。转而生产医疗器械，从少品种大量生产向多品种少量生产转型，而且有意识地承接高难度订单。

"什么订单都先接。接了再想怎么完成。要贯彻乐观的信念，相信一定能办到。这是庸介社长的指示"，在当时才刚进公司从事销售的花轮润说道。积极向前的态度带来了技术能力的提高。大胆承接困难的订单，排除万难使自己达到能够符合要求的水平。不仅如此，为使技术诀窍不再停留于个人层面，该公司还对其进行了数据化，在全公司共享。

切削加工牙科用植体的经验也使技术能力在不知不觉间有了大幅提升。通过制造尺寸微小，但对尺寸公差要求极其严格的产品，精密微细加工技术自然而然地得到了发展。一个代表就是在不锈钢板上加工比头发丝还细的0.03mm小孔的技术能力。

"切削加工的关键在于设定条件。特别是切削钛材料的牙科用植体时，能否找到良好的切削条件会大幅影响生产效率。但这并不代表快就是好，我们切削1件产品常常要花20分钟或是30分钟左右。要根据切削刀具的情况来调整旋转进给，通过24小时生产来增加产量。这可能是本公司在从事高难度项目的过程中掌握的独有技术诀窍"，铃木这样说道。

株式会社SUZUKI PRECION
专务执行董事　花轮 润

株式会社SUZUKI PRECION
营业部营销　森田 祐造

株式会社SUZUKI PRECION
4倍速旋转刀具IB主轴 首席技师　宇贺神 一博

从医疗器械制造中寻找出路

2006年，就在全面向医疗器械转型的时候，该公司从客户那里打听到《药事法》要进行修改(现在的药品医疗器械等法)的消息，遵照限制更加严格的新法规取得了医疗器械制造业许可。由此建立起了可以承接医疗器械制造的体制。在随后的2007年又获得了ISO9001和确保医疗器械品质的国际标准规格ISO13485两项认证。在营业部从事营销的森田祐造说："如此一来，周围看待我们的目光发生了变化"。"医疗类制造商必须要取得ISO13485认证，但取得该认证的零件制造商几乎为零，成为了我们有力的销售重点"。

准备妥当后，该公司在2009年参加了为制造开发医疗器械的企业而举办的亚洲最大级别展会"Medtec Japan"。"参展商中只有我们是几十个人的公司。但因为拥有医疗器械制造业许可，而且取得了ISO13485认证，所以也激发了一些企业的兴趣。而且，通过与几家公司进行洽谈，我们还发现了自己完全不知道的优势"，花轮这样说道。

谈到这一优势，制造部门的宇贺神一博说："说实话，我真的吓了一跳，图纸怎么这么简单。如今回想起来，牙科用植体不仅小，而且不允许出现任何车削刀纹或是凹痕，对尺寸精度的要求也非常严格，需要相当高的技术能力。与之相比，生物用植体对我们来说尺寸变大了，并不是难事"。

该公司之后又在2010年首次参加在德国举办的医疗器械展会，接着还参加了2012年在美国举办的世界最大级别的医疗器械制造技术和零件构件展会"MD & M West"。在单独参加JETRO运营的Japan Pavilion的时候，幸运之神降临了。

"本公司开发顾问的朋友住在美国，他的熟人来到了会场参观。看到演示使用的米粒大小的零件，他说'你们的技术能力太出色了。我推销一下试试，说不定能行'，当场就帮我们牵了线。没过多久，他带来了一位技术人员，此人是世界大型医疗器械制造商的员工。之后的进展非常顺利，我们拿到了订单，至今还与这家客户保持着稳定的业务关系"，这就是花轮讲述的与海外厂商合作的开始。

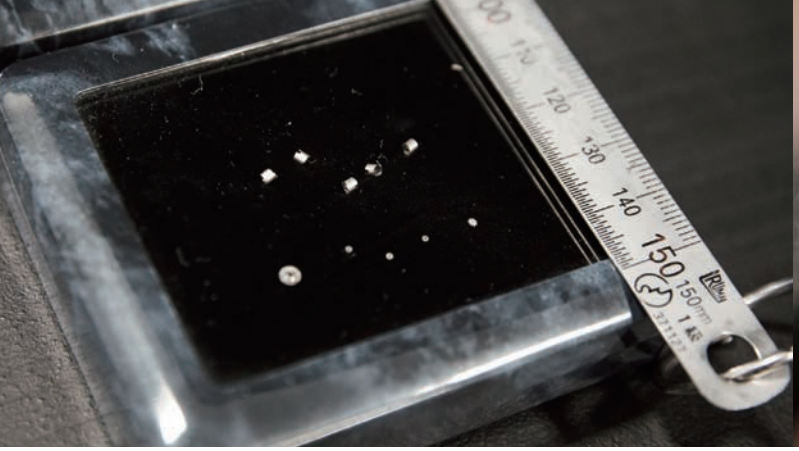
2012年，该公司还迎来了另一个重大的转折点。该公司自主开发的CNC自动车床用4倍速旋转刀具"IB主轴"获得了超级制造零件大奖"日本力奖"。

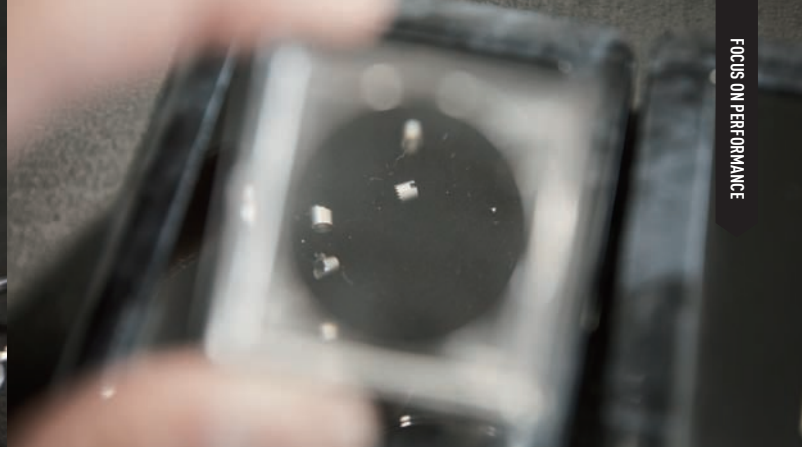
开发自主产品，成为OEM供应商

开发自主产品是前任社长的梦想，IB主轴的开发正是源自于他的创意。最初开发的主轴是转速约为5万至6万的高速旋转规格，设想的用途是加工中心和车床等。但这完全是一厢情愿，因为没有具体客户，这款产品根本无人问津。

该公司因此改变思路，将目光投向了大多数自动车床的转速只有5000至6000转的现实情况。如果开发出提高周速的主轴，就可以提高单位时间的生产效率，对自己更是有利。对存在相同困扰的同行当然也有好处。在调整思路后，该公司运用超精密加工技术开发出了旨在实现高精度和增速的刀具"IB主轴"。这是配备了超精密行星齿轮机构的增速主轴，只需安装在CNC自动车床上，速度即可增至4倍。

"该产品是本公司为实现医疗器械加工的高精度化、高效率化并降低成本而为





自己开发的增速主轴单元。实际试用后，铣削加工的效率提高到了约4倍。既然达到了这样的水平，即使对外销售也有足够的胜算”，宇贺神为我们细数了从开发到销售的历程。

IB主轴无需任何控制单元和连接线，只要使用1把扳手即可轻松替换现有刀具。不仅能利用与现有旋转刀具相同的机械动力使转速增至4倍，还将主体的跳动精度控制在3μm以内，适用于微细开孔加工和小直径立铣刀加工，是非常出色的产品。

现在除了向彼得曼型自动车床的制造商OEM供应选配件外，还向日本国内外的金属加工制造商销售。该产品在2013年正式开始销售，当年年销量92根，2017年已增加到约7倍，“如今已经占到了本公司销售额的四分之一”(森田)。

推进产业转型，将战场扩展到切削加工之外

现在，该公司销售额的约一半来自医疗相关，约四分之一来自IB主轴、其余来自半导体制造装置和汽车相关。今后要着重发展医疗相关和IB主轴，但不用超精密切削加工技术来吸引客户。

对于该公司描绘的这一目标，花轮解释说：“我们称之为整体顾问企业。在制造产品的工序中，需要的技术并不只是切削。我们要吸纳其他核心技术，从开发、设计阶段开始，与客户一同进行思考，成为客户的一站式供应商。以医疗器械而言，支持的范围是从制造后的检查开始，经过清洗、灭菌，最后到包装。为此，我们还准备了10000级无尘室，相当于ISO14644-1标准的Class7。关键是要将焦点放在尽可能帮客户省去麻烦。我方则通过贯彻一批多件和24小时自动操作等提高生产效率。这需要多种多样的创意，我们正在设法改变公司的风气，让大家能源源不断地提出创意”。

为扩大业务范围，该公司加入了以田中医科器械制作所为中心，由精通各领域产品制造的中小企业所组成的“RENG Partners”。这些公司彼此互通技术，向开发日本制造的整形外科用脊柱植入系统发起挑战，中小企业合作投产Ⅲ级医疗器械的壮举赢得了广泛关注。KiSCO公司销售的这种“RENG脊柱系统”因在开发过程中采取了在业务化之前制定回避专利的目标、约定相互公开技术并以整体利益为先、制定根据各公司的贡献度分配利润的合伙协议等特殊举措而受到高度评价，获得了第6届Medtec创新大奖。

另外，该公司还将IB主轴销往海外，任命在日本积累经验后回国的越南实习生为越南的销售负责人，派其参加了在泰国举办的“METALEX”展会等。正在将越南打造成为继美国之后的第二大海外网点。

医疗相关方面，该公司在“Medtec Japan 2017”上发表了新开发的腹腔镜手术用钳子“MIT FORCE 3mm”。这种手术器具的轴径仅为3mm，实现了可将挠曲降至最小限度的刚性，可满足临床现场日益攀升的微创需求。

以经受了千锤百炼的超精密切削加工技术为基础，从一条龙生产医疗器械向扩大销售高竞争力原创产品转型——作为切削加工业未来的发展方向，SUZUKI PRECION的这一经营战略可以说极具示范意义。

CASE 3

高山医疗机械制作所(东京都荒川区)

前端部分刀刃薄至0.08mm
轻松切开大脑深处部分的剪刀。
以技术能力回应医生救死扶伤的需求。

在荒川工厂内运行的BUMOTEC公司制造的小型加工中心S191

株式会社高山医疗机械制作所 代表董事社长　高山 隆志

探索被誉为“艺术家”“顾问”的加工技术

东京都荒川区有一栋看上去非常像普通住宅的建筑，打开一楼镶嵌着毛玻璃的推拉门，瑞士BUMOTEC公司制造的小型加工中心S191映入了眼帘。去瑞士买回这台高性能设备的高山隆志社长说，在双方进行商谈后，对方社长的一句话令他至今难忘。

“他笑着对我说，高山先生公司的员工连十个人都不到，却听说要买我们的设备”。

但高山社长最终将这台设备运用到极致，成功制造出了令BUMOTEC公司的社长颔首称赞“你们是艺术家”的产品。

“如今只要有求购BUMOTEC公司设备的日本企业，他们就会说‘东京有位叫高山的人，请先向他咨询’之类的话。这倒不是什么大事，他们把我当成自己的志愿顾问了”，高山社长笑着说道。

另一方面，在别处的另一家工厂则设置了与之完全不同的3台复合加工中心。

“这是德国INDEX公司的TRAUB、瑞士型CNC自动车床TNL系列，在亚洲只有3台。就是说都在这家工厂”。

株式会社高山医疗机械制作所运用海外厂商设备制造的主力产品是脑神经外科旁路手术使用的剪刀和镊子等。其中剪刀在日本国内的份额达到了约9成，日本的脑外科医生绝大多数都在使用该公司制造的剪刀。该公司最具代表性的产品当属“上山式微型剪刀Muramasa Special”。这是应札幌祯心会医院脑外科的上山博康医生的要求而开发的产品。Muramasa Special被誉为全世界脑外科医生的标配，其刃尖极薄，厚度仅为0.08mm，锋利度超群。现在，好用剪刀的拥趸在全世界越来越多，销售范围扩大到了世界30多个国家。虽然开始在海外销售只有2年，但该公司现在的销售额约有3成来自海外。

“托业务的福，一年有100天要待在海外。出口地增加后，需要根据各国规则的细微差异来进行调整，对生产工序的压力很大。但我是有求必应的性格，也只能照办”，高山社长坦言。

应医生要求诞生的“Muramasa Special”

高山医疗机械制作所自1905年创办以来，一直从事医用剪刀和手术刀等刀具的制造。但是，在高山社长决定推行机械化之前，所有工序都要靠以前任社长为首的熟练工匠们亲手完成。

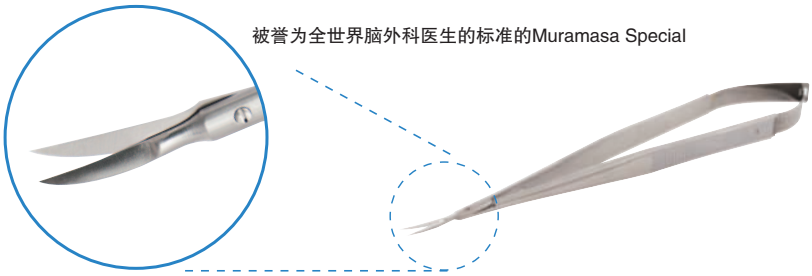
“也没有设计图，只能照着前任制造的样本，一味地制造相同的产品。全凭工匠的技艺，但这样一来，除了样本以外没有其他的信息，每次都要从零开始作业。医疗器械的制造以稳定的品质为绝对条件，考虑到这样下去无法量产，于是我下定了向机械化转型的决心”。

但当时既没有加工的技术诀窍，也没有专用的机床等设备。为此，高山社长潜心阅读材料工学和切削理论等方面的书籍，在发奋自学的同时，还购买机械反复进行改造，并自主设计夹具等，对通过切削加工进行制造的方法展开了摸索。

这时，他遇到了上山博康医生。上山医生的手术技术有“鬼斧神工”的美誉，为了精进技术，还自己开发过手术器具。“上山式微型剪刀Muramasa Special”就是应他的要求开发而成的。

准确切开脑内深处细微的部分要尽可能减薄刀尖。但刀尖太薄的话，两片刀刃难以稳定合拢，会影响锋利度。为此，上山医生将目光投向了像弯刀一样的弯曲刀刃。通过满足这一需求，实现了无与伦比的锋利度。

从那以后，高山社长在按上山医生的要求开发产品的同时，也常常去观摩手术，积累了与脑外科医生的动作相关的知识。他会阅读脑外科的专业书籍，亲眼观察并理解手术中医生动作的意义。从中寻找开发新品的启示。



被誉为全世界脑外科医生的标准的Muramasa Special

株式会社高山医疗机械制作所 机械制造课 荒川厂长　中村 将季

德国INDEX公司的TRAUB、瑞士型CNC自动车床TNL系列

首先考虑减轻医生在手术中的负担，而非让产品先入为主

在观摩手术的过程中，高山社长有一个重要的发现。脑外科的手术时间久，至少也需要2个小时以上。然而，手术的核心是对脑内深处的患部进行处置，这一部分在整台手术中只占20分钟左右。但是，因为手术的对象是大脑，从开颅到抵达患部期间，医生的注意力不能有片刻松懈。

“已经精疲力尽了，还要极度集中注意力。为了尽可能减轻大夫的负担，我开始思考自己能做些什么。因为看过了许多手术，所以知道术野的情况、操作空间是哪里。于是，制造专门用于‘切开’和‘缝合’的易用器具成为了开发的主题”。

前端浸润钨的镊子由此应运而生。缝合患部使用镊子和微针，但其构件采用不锈钢材质，存在容易打滑的缺点。脑外科医生必须使用这样的器具，在1mm血管上缝8针。这必须要靠精湛的技艺，只有经过了千挑万选的医生才能办得到。

为打破这一局面，该公司与上山医生的弟子谷川绿野医生合作开发出了前端部分浸润钨以起到防滑作用的镊子。

“这样一来，针不再容易打滑，使过去需要20分钟的血管缝合缩短到了15分钟。颠覆了以打滑为前提设计的传统手术流程。这种不打滑的镊子在脑外科医生之间成为话题，上市第一年仅在日本国内就售出了约600把”。

高山社长说，在前端部分增加防滑的创意早已有之。但委托制造商在表面镀上钨，效果却并不好。此时，该公司想到了一个办法，“制成等离子状态，在离子化后进行浸润”。

用语言表达只有一行字，但能够想到这一点，必须要在对金属具有真知灼见的基础之上，积累丰富的创意储备。该公司为何能积累如此之多的创意？对于个中缘由，高山社长回答说：“这是因为我们一直在为最大限度确保手术安全而寻找创意”。

因为关乎生命，所以要彻底追求精度和安全性

高山医疗机械制作所的手术用具之所以会得到医生们的高度评价，是“因为能缩短手术时间”。能轻松切开大脑深处难切的部位，轻松夹住难夹的物品。最近，显微镜和内窥镜的性能越来越高，为实施更精细的手术创造了条件。但实现这样的手术需要更精细的刀具。

为回应这种需求，高山社长决定购置价格昂贵但是功能多、刚性强的欧洲造加工中心。使用前面介绍的BUMOTEC公司的机械，从车削到铣削的所有工序均可完全实现自动化。然而，达到这一水平需要的时间是漫长的。

“首先参考前任的样本，将所有产品落到了图纸上。然后根据图纸编写驱动机械的程序。理解机械的动作，将可以想到的加工模式全部进行了程序化。最终写出了共100多个程序，然而按照程序操作，刀具却会发生碰撞。在联系制造商后，对方派人来重新进行了设置。在这方面与制造商的关系非常重要性。非常幸运，我们合作的BUMOTEC公司几乎完全是定制的。

下功夫的地方不只是机械。因为材料以钛合金和难切削材料居多，连续运行时精度低，会出现夹头打滑碰撞等问题。为了解决这一问题，该公司下了许多功夫，例如局部编入特殊的加工程序，或是使用特殊的刀具或原创润滑油等。

新开发的注射冲洗管。应上山医生的要求制作的原创手术器具。
开发这种可单独完成吸吐的全钛制器具耗费了5年的时间。已取得国际专利

另外，该公司在奉行各种自主方法的同时，还获得ISO13485认证，并且通过了美国FDA的审查。

“13485在ISO标准中属于要求事项比较繁琐的一类，如果按照标准的要求去做，公司内部的流程会被打乱。因此，我们与顾问就每一项要求的含义进行协商，摸索出了一套以本公司的方式来满足要求的方法。最终在使用定制产品的情况下也满足了要求事项，而且顺利通过了审查”。

虽说是定制，但以确保安全性为先这一点是不变的。例如，在现在开展的医工合作项目中，高山社长最注重的是安全性。在这一点上做到了精益求精。考虑到了对因设计而使器具的某些部分无法充分灭菌的风险、组合使用不同材料时材料电位差可能造成的腐蚀。

“一旦使用的器具在手术中折断该怎么办？打滑掉了螺丝会发生什么？想到这些，在风险管理上再精心也不为过。巨细靡遗地思考风险要靠百年间积攒的智慧。因为对材料、加工已经了然于心，施力时承受负担的部位和大小一试便知。我们经营的产品关乎人命，在考虑安全性上不会妥协”。

通过改善切削刀具追求更高的效率和精度

但高山社长说，切削刀具领域仍有改善的余地。

“本公司的固有优势在于只能依靠工匠手工作业的高精度医疗部件。我们在保持高质量的同时通过机械加工实现无人化，创造出了可以更稳定地供应高附加值医疗部件的环境。本公司使用难切削材料钛合金。而且加工中的特殊部分非常多，对于不易吃刀的钛合金，使用面向塑料的立铣刀有时可以改善吃刀。再就是微创会成为植体的课题，所有的边角都需要加工弧度。对于这样的加工，必须使切削刃在高速加工时也能切实切屑加工对象。综合这些条件，不只是刀具本身的性能，我们还希望专业生产刀具的切削刀具制造商对如何选择适合本公司条件的刀具及其使用方法进行提案”。

对此，中村将季厂长补充说：“我们听说三菱综合材料正在积极发展医用产品，开发自动车床使用的刀具。我们对难切削材料加工产品和技术诀窍最感兴趣。难切削材料用SMART MIRACLE立铣刀系列和钛合金用镜面抛光车削刀片等贴近本公司的需求，我们很想对其进行性能评价，希望贵公司积极进行提案”。

最后，高山社长表达了对于本公司的期待。“其实在我心中还有想要制造的原创刀具的创意，但需求过于特殊，不知道对刀具制造商有没有好处。在这一点上，我也寄望于三菱综合材料的产品开发能力。与机械制造商一样，作为彼此领域的专家，与切削刀具制造商的合作在今后也会变得愈发重要。衷心希望三菱综合材料作为切削刀具的专家，运用自己的技术诀窍和技术，为本公司的质量提供支持”。

今后，该公司的愿景依然是开发医生需要的器具，以及让医生的作业更加安全、轻松的器具。如果能够安全地缩短手术时间，手术的成功率就会提高，从而造福患者。该公司将会在新产品开发、制造工序改良等所有环节坚定地贯彻这一原点。由此孕育而生的医疗器械无论是在今天还是在未来，都将在全世界挽救人们的生命。

HISTORY OF MITSUBISHI

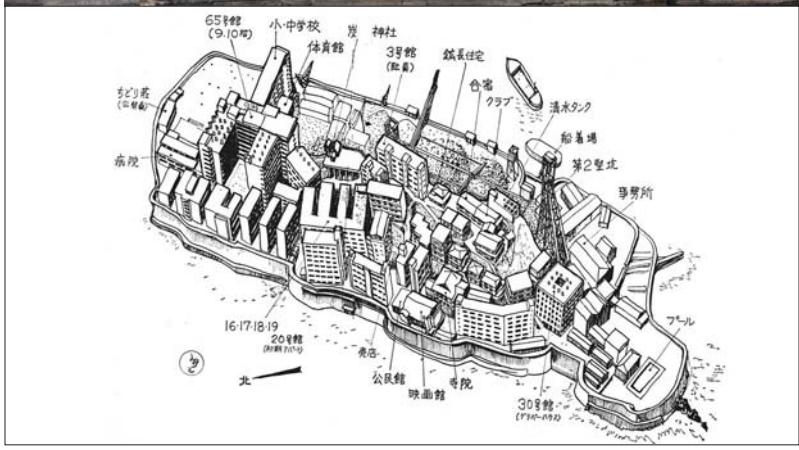
第 7 辑

支撑三菱矿业的煤矿的一生

军舰岛

端岛(军舰岛)全景

现在除部分区域外禁止入内也常被用来拍摄电影等



长崎县长崎市高岛町的端岛有“军舰岛”之称。这里作为三菱矿业(现在的三菱综合材料)的煤矿，度过了84年的辉煌岁月。据说之所以得名军舰岛，是因为浓烟滚滚浮现在海面上的景象宛如巨大的军舰一般。2015(平成27)年，军舰岛作为“明治日本的工业革命遗产”的一部分入选了世界遗产。声名传播到了全世界。本期我们就来回顾一下曾经支撑三菱煤矿业务的军舰岛的历史。

端岛与三菱矿业的起步

从长崎市的港口出发坐船大约需要50分钟。映入眼帘的便是有“军舰岛”之称的端岛，该岛的一部分已于2015(平成27)年入选了世界文化遗产。经过大小6次填埋，其面积从原来小小的滩涂扩大到了约3倍，南北约为480m，东西约为160m。端岛如今虽已无人居住，但在逾百年的时间里一直是三菱矿业(现在的三菱综合材料)的私有土地，支撑着该公司煤矿业务的发展。

1810(文化7)年前后，在端岛上发现了煤炭。在端岛开采的煤炭属于强粘结煤，是当时日本各煤矿中品质最佳的原煤。全面开采始于1870(明治3)年前后，1883(明治16)年，其所有权落入曾经的锅岛藩藩主锅岛孙六郎手中，启动了现代化的开采业务。之后，在端岛附近的高岛煤矿开展煤矿业务的三菱矿业在1890(明治23)年以10万日元(相当于现在的约20亿日元)收购了这座煤矿作为分矿。

端岛煤矿浓墨重彩的历史

在三菱矿业的经营下，端岛煤矿在被收购后，煤炭生产一直持续了84年。其生产情况大致可以分为4个阶段。首先是从三菱收购之年到1914(大正3)年前后的初步扩大期。在这一阶段，三菱矿业加快推进煤炭生产，创造了年产煤炭10 ~ 20万t的纪录。工人住房等生活设施的开发也随之跟进，人口之多甚至达到了需要建设小学的程度。

在1945(昭和20)年之前的战前高产煤期，通过开发深层部和实施技术革新，该矿创造了年产41.1万t的历史纪录。这一时期的高产量一直持续到了日本战败。当时，生活设施越来越完善，1916(大正5)年，日本第一栋RC(钢筋混凝土)公寓楼30号栋在岛上开工建设，然而就连东京也还遍地是平房。

进入以1964(昭和39)年为终结的战后高产煤期，产煤量失去了昔日的风采。但年产量依然维持在30万t左右，人口也逐渐增加，到1959(昭和34)年达到了5,259人的历史峰值。据说其人口密度相当于当时东京的9倍。为了最大限度利用有限的土地让孩子们玩耍，大人们购买了收音机等当时还并不普及的最尖端商品等，为孩子们创造出了良好的生活条件。

端岛煤矿居民的生活

随着端岛煤矿煤炭产量的增加，当地

储煤场附近的照片。远处可以看到刚刚起航的客船

已入选世界遗产的码头。正在进行维修，露出了叫作“天川工法”的石砌护岸

1916年建设的日本第一栋RC公寓楼30号栋的东侧

1952年前后在町民游泳池打棒球的孩子们

公司在福利待遇方面投入最大的电影院

在1970年前后居住着300多户人家的大型住宅小区

居民的生活环境也逐渐得到了改善。端岛除了煤矿和住宅设施外，还有很多生活相关设施。中小学、医院、寺院、电影院、理发店、美容院、扒金库店、麻将馆、小酒吧，各种都市功能在岛内几乎应有尽有，岛内生活的必需品可以通过个人商店和三菱矿业直营的采购部购买。

居住人口众多的端岛还会举办很多活动。举全岛之力内举办消夏节、五一劳动节、岛内外的各种娱乐活动等。其中最盛大的活动是每年4月3日举行的山神节。供奉山神的端岛神社是搏命工作的矿工和祈愿他们平安的家人祈祷的地方，肩负着重要的职责，每到过节的时候，在端岛神社接受了神主祈祷的神轿就会在岛中巡游，并上演各种好戏，岛内一片热闹景象。

关矿告别端岛。入选世界遗产

在1964(昭 和39)年 至1974(昭 和49)年的重建和终结期，受到日本政府用石油替代煤炭的能源转换政策的打击，煤矿对人员进行了清理。人口也开始逐渐减少。在其他煤矿纷纷关闭的情况下，端岛通过在新煤层全面采用机械化开采，大幅提高人均产煤率，依然维持着年产30万t的水平。但是，随着煤炭需求减少和储量耗尽时间的公布，端岛不得不接受在1974(昭和49)年关矿的命运。之后，三菱综合材料在2001(平成13)年将完成了煤矿职责的端岛捐赠给了长崎县高岛町。2005(平成17)年长崎市与高岛町合并，其名称也随之成为了长崎市高岛町端岛。端岛于2008(平成20)年开始向公众开放，在随后的2009(平成21)年作为“明治日本的工业革命遗产”获得了世界遗产推荐资格。并在2015(平成27)年作为“明治日本的工业革命遗产”一部分入选世界遗产，吸引了全世界的游客前来参观。军舰岛历经跌宕起伏的历史，如今只给我们留下了庞大的废墟。这里的景象之所以令众人为之着迷，或许是因为它勾起了人们的遐想，仿佛看到了曾经为支撑日本和三菱的发展而日复一日坚强度日的人们的生活。

CRAFTSMAN STORY

Vol.8

细川 真靖
开发总部 实心工具开发中心
整体刀具开发组
2014年进入公司

生田 绯莱
航空航天部
明石航空组
2015年进入公司

池田 慎一
航空航天部
明石航空组
2007年进入公司

富永 哲光
航空航天部
明石航空组
1999年进入公司

辻 由隆
航空航天部
明石航空组
2004年进入公司

石墨加工用 金刚石涂层立铣刀 (精加工用)DF立铣刀系列 “DF2XLBF”

锋利切削刃外覆CVD涂层，以绝妙的平衡实现兼顾

2016年上市的DF2XLBF是专为某客户开发的特殊产品。目标是使复合硬质树脂材料加工刀具的寿命延长到以往产品的约2倍。试制品很快大功告成，在内部进行的少量测试效果上佳，然而到了客户的现场进行中量测试，却总是出不来效果。

但经过不懈地努力，寿命还超过了当初的预想。在成功的背后，靠的是年轻成员专心致志的努力。

遭遇最差评价

—首先请介绍一下DF2XLBF开发的过程

富永 本公司从很早之前就推出了用于加工石墨的DF系列CVD金刚石涂层立铣刀。正如名称末尾的“F(Finish)”所示，本次开发的DF2XLBF是“精加工用”产品。原本是为一家医疗相关客户开发的特殊产品，之后作为通用产品扩大了销售范围。

细川 客户最初找到我们是在2014年11月。目的是要提高复合硬质树脂材料加工刀具的寿命。目标值约是现有产品的2倍。在刀具的世界里，寿命翻番难度巨大，于是，我们马上开始着手制造试制品。在内部反复多次进行试制和测试，并于第二年夏季顺利通过了客户的现场测试。之后虽然如愿拿到了订单，但这其实是“真正的开发”的开始。

—也就是说交货后出现了问题？

富永 客户的各生产基地一齐开始使用后，出现了刀具寿命显著下降的问题。当然，我们每次都会针对问题制造对策产品，提交前在内部测试中妥善确认基本性能，但不知道为什么，到了客户的现场，每次都会出现寿命参差不齐或是下降的问题。

细川 客户甚至严肃地对我们说“不如放弃(开发)吧？”但我们觉得可能是从根本上存在严重问题，于是经过再三要求，拜访了客户的加工现场，当时对方明确表示“反复测试太浪费时间了，结果又不好，我们已经不想用三菱的刀具了”。但禁不住软磨硬泡，还是展示了加工的场景，从中，我们发现了一个重要情况。在客户的现场，每一个零件的形状都略有差别。也就是说，各个零件承受切削负荷的方式不同。之后，我们综合考虑每个零件的形状差异，加班加点对刀尖形状进行了改进。怀着对这次改良的信心，通过销售人员向客户提出了再次进行测试的请求。

—自信的依据是什么？

富永 用一句话来概括就是涂层和刀尖形状的优化，这个答案听上去好像不那么有趣(笑)。复合硬质树脂材料是刀具磨损非常严重的材料，但并不是容易与碳发生反应的铁类金属。因此，我们采用了耐磨损性极佳的CVD金刚石涂层。一般来说，CVD的涂层膜偏厚，很难制造出锋利的刀尖。但这次的用途是精加工，刀尖越锋利越好。也就是说，锋利度是膜越薄越好，耐磨损性是膜越厚越好。

细川 这次改进还有颈部直径和刃长。提高刀具刚性、延长寿命的一般方法是加粗颈部直径并缩短刃长。但这次要加工的零件的形状有点特殊，需要将小直径立铣刀的前端插入较深的部分。因此必须缩小颈部直径、加长刃长，于是我们对切削时不会产生干扰，而且刀具刚性也不会降低的最佳颈部直径展开了研究。最终，颈部直径从原本的1.90mm达到1.86mm，缩小了0.04mm，当发现这一微小差别后，我们产生了“能行”的感觉。

进入决定命运的最终测试

—当时客户的反应是怎样的？

细川 客户方面的负责人通情达理，说“既然你们这么说，那就再试最后一次”，给了唯一一次测试的机会。但是有条件，“必须按照与客户相同的加工环境(工件材料、加工条件和加工中心)，在期限内完成指定数量的切削，如果结果好，才能到客户的现场再进行一次测试”。我们排除万难购入工件材料，新购买了与客户一样的加工中心。“这可能是本公司最后机会”，我们背水一战启动了测试加工，在此期间，生田发挥了非常重要的作用。

生田 我当时刚进公司才不到1年，接到如此重要的任务，心里惴惴不安。而且对复合硬质树脂材料一无所知。测试的方法是在加工1组5个零件后，拍摄刀尖和零件的照片进行检查。加工1个零件大约需要30分钟，加上拍照和准备的时间，1组至少要花3个小时。每天就是重复这个过程，最终完成了40组(200个)。而且每完成10组后，还要将完成的零件送往客户确认情况。

—从什么时候开始感觉到有希望了？

细川 完成约150个零件的切削时，自信逐渐转变成了确信。顺利完成200个的切削后，我们汇总结果报告给了客户。之后在客户各个网点进行测试的整体平均寿命也达到了以往产品的约4倍。比当初目标翻番，远远超过预期的结果令用户非常吃惊。这要归功于能在短期内通过内部测试，多亏了生田付出的努力。

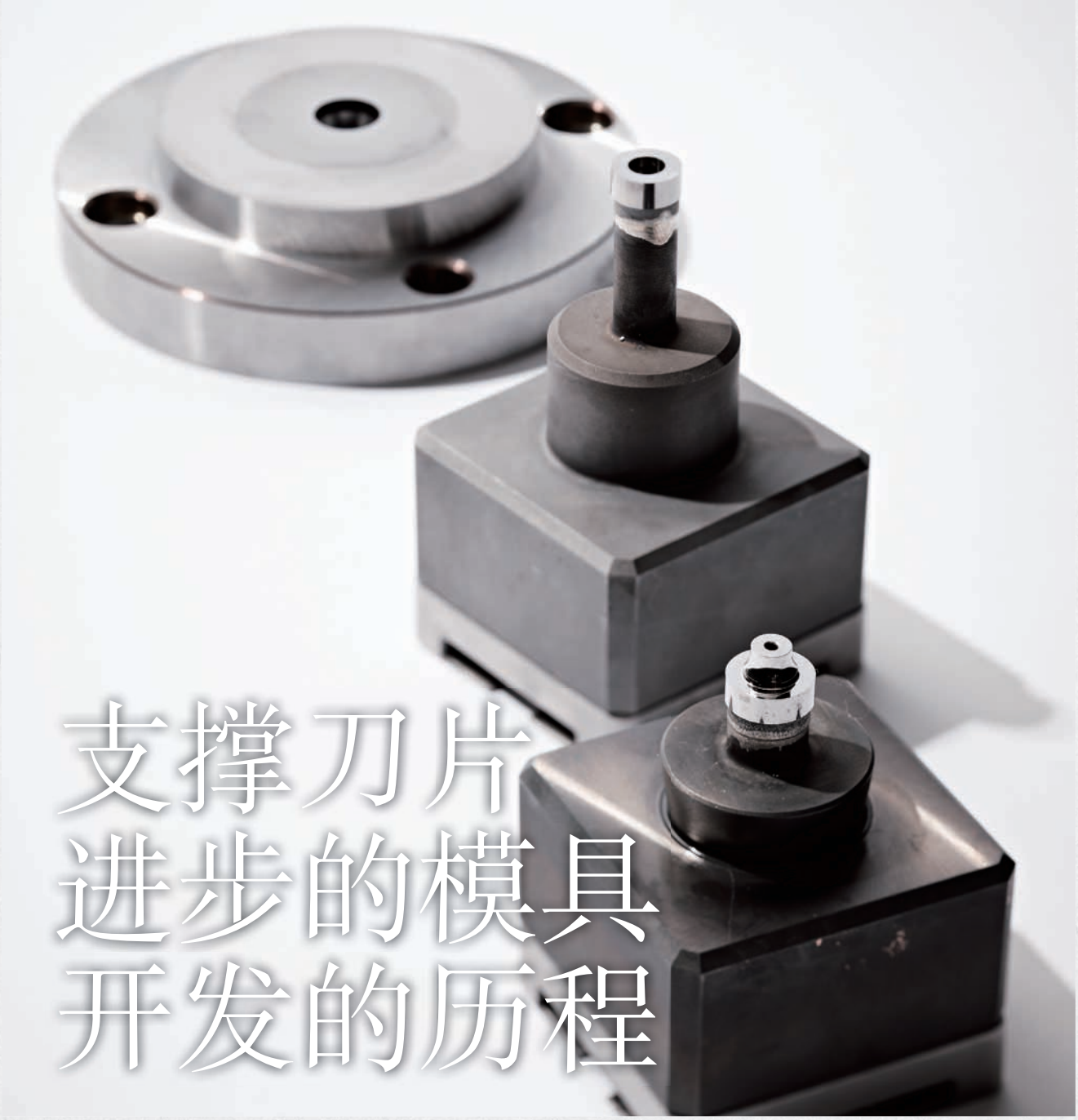
生田 我只是在全力以赴进行加工而已。我很清楚这对于本公司来说是非常重要的测试，所以注意力一直集中在眼前的加工上。

富永 此次成功的关键在于相信两位年轻人并将重任托付给了他们。像我们这样有些经验的人，刚一听到要求就会断定“不可能”，而不会去尝试。但细川和生田可能是因为经验不多，才会觉得只要努力也许可以成功，积极地“放手去做”。多亏了他们这些不畏惧失败，专心致志努力的年轻人，才能取得这样的结果。

—有什么想对客户说的吗？

细川 DF2XLBF是历经艰苦奋斗的自信之作。价格和寿命的性价比出众。如果您要加工CVD金刚石涂层适用的工件材料，请务必试用一下。

TECHNOLOGYARCHIVE



支撑刀片进步的模具开发的历程

奠定刀片生产基础的模具制造技术

高性能材料在汽车、飞机工业、医疗领域等最尖端的领域运用广泛，其切削难度日益增大，伴随着这一变化，切削刀具也在不断进化。在刀具行业中，附带新性能的特殊形状刀片接连涌现，但形状制造技术的历史却鲜为人知。模具组作为在背后支撑刀片制造的幕后功臣，其任务便是制作生产刀片所必需的“模具”。从NC机床还不普及的时代到今天，模具制造技术是如何变化的？模具组又是如何开展工作的？让我们一同来追寻这段充满着挑战的历史。

CLOSE UP

模具在刀片制造工序中的作用

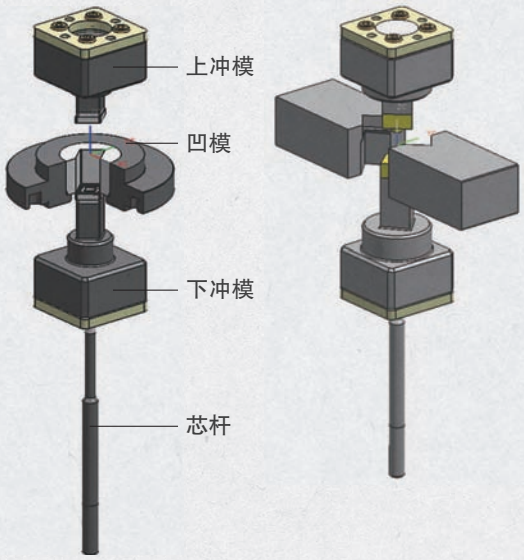
硬质合金刀片的主要制造工序如下。

1. 在碳化钨中混合钴(Co)，干燥制成原料粉末
2. 将原料粉末放入模具进行冲压，制造刀片的材料(冲压体)
3. 以1,300度以上的温度加热冲压体，制造烧结体
4. 对烧结体进行机械加工(研磨加工和珩磨加工等)
5. 涂覆CVD和PVD等涂层，进行最终检查

三菱综合材料的多数刀片都是使用这一方法制造的，在左2冲压加工中必须使用刀片制造用模具。在冲压加工中心上安装模具，通过填充原料粉末进行冲压的方式来制造冲压体。自动化冲压线可在24小时内制造几千个冲压体。如果是常规形状，模具可以耐受几十万次的冲压。

模具的各个零件及其组合示意图

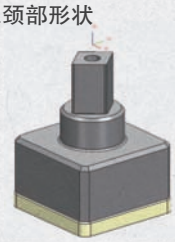
常规模具　　特殊模具（凹模分开的类型）



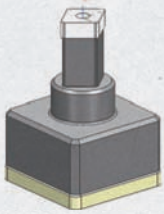
上下冲模的模具制造步骤

①冲模的材料

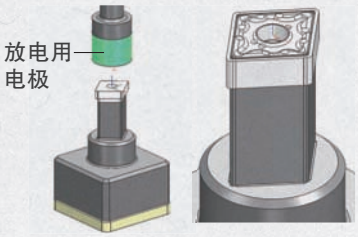
②通过机械加工在冲模材料上加工颈部形状



③通过钎焊在首部上安装硬质合金材料



④通过放电加工在颈部硬质合金材料上加工断屑槽形状后完工



Part 1 1970 ~

刀片的黎明期

1956年，三菱综合材料首次上市了用银钎料将硬质合金合金做成的切削刃接合到钢制刀柄前端的“焊接刀”。这种刀片的耐磨损性、耐崩刃性优良，切削性能优良，但破损后必须整体废弃，在成本方面存在比较大的课题。

为了解决这一课题，只需更换硬质合金合金切削刃(刀片)的“刀片更换式刀具”应运而生。首先登场的刀片是简单的三角、方形、圆形等形状，而且表面平整。之后，出于提高切屑处理性、降低切削阻力的目的，刀片的前刀面上加工了叫作断屑槽的凹凸。以当时的技术，最多只能研磨加工截面形状简单的断屑槽，但带研磨型断屑槽的刀片存在制造前置期长、价格也比较高的课题。于是，人们想到了冲压加工时直接在刀片表面压制断屑槽的方法。这种方法是通过放电加工对上下冲模前端的硬质合金材料进行成型，然后将断屑槽形状转印到刀片上。然而在当时，加工电极的设备只有通用的铣床，只能沿着切削刃加工截面千篇一律的断屑槽，也就是“全周型断屑槽”。

2 1980 ~

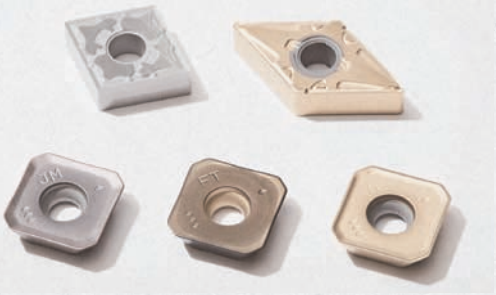
NC时代拉开序幕 模压断屑槽登场

在这个时期，NC控制的加工中心开始普及。随着三维CAD的登场，创建电极加工用NC程序已经易如反掌，使用球头立铣刀可以进行复杂的曲面加工。断屑槽设计的自由度一举得到提升，从这个时期开始，按照用途制造断屑槽终于成为了可能。在这个时代诞生了MA断屑槽和7度正标准断屑槽。

在加工中心出现之前，电极加工程序的数据要通过纸带或磁盘进行传输。很多作业都非常繁杂，在今天根本无法想象，回首往昔，熟悉当时情况的模具组的泷本洋司道出了下面这番话。

“纸带是用冲模在几厘米宽的黑纸上打孔来记录信息，然后录入机械。举个例子来说，简单的全周型断屑槽的程序，打在纸带上会长达10米左右。打这么长一是时间久，如果中途出错，还要从头开始。总而言之，无论用来做什么，都要相当多的时间和功夫”。

而且，完成的模具是否符合图纸，要靠测量技术熟练的工匠使用刀具显微镜和千分尺等手动测量仪器来进行确认。特别是凹模和上下冲模的间隙，其要求非常严格，但在当时很难直接进行测量，需要自己通过叫作“磨合”的手工作业进行最终的微调。



3 2000 ~

曲线形切削刃和 双孔刀片等 更复杂的刀片形状诞生

刀片设计及模具设计完全采用三维CAD是在进入2000年后。使用三维模型可以通过CAM直接创建放电加工使用的电极加工程序，不只是断屑槽，还大幅提高了刀片整体的设计自由度。而且，制造模具的设备和测量仪器也有了长足的进步，传统技术无法制造的新形状刀片纷纷涌现。

使用此时引进的三维测量仪器可以正确得到过去难以测量的尺寸。在这个时代可以切实感受到，只有加工和测量两方面的技术都得到提高，制造技术才能进步。

随着制造技术的进步，模具的产量也开始激增，从当时开始接触现场的合田知仁回忆说：

“因为刀片设计的自由度提高了，开发方面委托我们制造的复杂形状越来越多。我们的职责是尽可能维持创意，制造加工冲压体的模具。使用CAD可以自由建模，但实际制成冲压体却非易事。但是，为实现开发方面构思的形状而想方设法创造加工方法是我们使命”。

4 2010 ~

运用新加工技术和崭新构想迈向新的高度

2010年后，形状更复杂的刀片源源不断地涌现。代表性产品有在纵刃上设有横孔的VFX刀片、在多角纵刃上设有模压断屑槽的VOX刀片等。从此时开始，出现了以通常的冲压方法进行冲压后，无法从模具的凹模中拔出冲压体的刀片形状，凹模可以分开的特殊模具问世了。

刀片的性能越高，其形状就越趋于复杂。这意味着模具制造也会越来越困难。举例来说，分割模具的零件数量多，如果不以高精度制造每一个零件，就无法顺利组合模具。而且，在冲压加工中心上设置模具的步骤也会变得更复杂。

每出现一种新形状的刀片，模具组都要潜心研究模具的零件形状、加工顺序、准备方法，在漫长的发展历程中对刀片的商品化作出了贡献。曾经克服重重困难，创造过各种模具的合田说：

“我们希望新产品开发的成员在构思概念时更多地‘畅所欲言’。说不定可以直接实现。虽然有时候也可能需要妥协。但有些事情不做是不知道的。我们希望大家一起向新事物发起挑战。因为模具制造的妙趣就在于此”。

如今在该生产技术部担任冲压工作的大野健太郎曾在模具组从事了10年的模具制造，他希望客户“更仔细地端详刀片”。因为在一个刀片之中，隐藏着众多工匠的信念与技术。最后，谈到对于未来的抱负，他这样说道：“不只是客户，很多同行看到我们的刀片都会觉得不可思议，不知道这样的形状到底是怎么制造出来的。我们希望在今后继续创造出这样崭新的产品”。

回顾刀片生产用模具开发的历史

我们天天面对着模具，平常每看到一样东西，就会禁不住想象制造它的模具是什么样的(笑)。模具可以说是光鲜的产品背后的“影子”。

我们制造的模具不会登上前台。但如果没有模具，就制造不出刀片。在每一个人的心中，都怀揣着从幕后支持产品制造的责任感和喜悦。

虽然是幕后工作，但每一位组员都拥有高度的职业意识，就连刚入职几年的年轻员工，也会积极提出的新加工方法并指出问题。今后我们会再接再厉，老中青团结合作，向制造新模具发起挑战。

(左起依次是)生产技术部
生产技术组(采访时)
大野 健太郎

生产技术部 模具组
泷本 洋司

生产技术部 模具组
合田 知仁

ABOUT US

天津技术中心

切削刀具市场的中国教育基地

中国在“中国制造2025”方针的指导下，制造业有望实现新的增长。这次要介绍的，是为了以更强大的体制支持中国市场而实现了华丽变身的天津技术中心。

与中心主管对话

清水 博康
天津菱云刀具设计有限公司
加工技术中心
中心主管

与世界各地的技术中心坚实合作，以高品质提供快捷的解决

进行了重新装修的MTEC天津

天津技术中心(MTEC Tianjin)作为向中国客户提供切削加工技术培训和切削试验服务的网点，2004年在天津菱云刀具设计有限公司内成立。成立13年后的2017年10月，该中心为应对中国市场的变化并谋求更大发展而进行了重新装修。天津地处北京东南，乘高铁只需约30分钟，很早就迎来了日资企业进驻。天津机场有班机直达日本的汽车产业集散地中部国际机场。

该中心2004年成立时，中国还将自身定位于“世界工厂”，但以2015年5月发表的中国版工业4.0“中国制造2025”为方针，制造业预计将会实现更大的发展。以汽车制造商为代表，为了成为拥有高超技术能力的中国客户真正的伙伴，除了进行与切削加工的基础和应用相关的培训外，还需要提供最新CAM/CAE、各种模拟技术、刀具支援等综合切削解决方案。

三菱综合材料在全世界拥有6座技术中心。各中心基本上都引进了符合当地需求的设备，而且注意使彼此的设备形成差异，以提高利用效率。如此一来，如果当地客户的切削试验需要使用自己没有的设备，就可以委托其他国家的技术中心代劳。例如，天津技术中心没有卧式加工中心和HSK100等设备，但通过与拥有这些设备的日本中部技术中心合作，可以快速满足客户的需求。

而且，本中心还设有将日语技术资料翻译成汉语的部门，在日本制作的资料可以快速通过汉语传达。而且，绝大多数的工作人员都可以用日语沟通，在日常工作中可以就日本新开发的技术直接展开探讨，与日本及时分享信息。

今后，我们在一一满足客户需求的同时，还要积极向世界传播在中国创造的最新切削加工技术，而不是一味地从日本引进解决方案技术等。

以成为真正的伙伴为念

我2008年进入公司。我所在的部门除了进行切削试验，还承担着技术讲座讲师、客户现场的技术服务等多项工作。本中心过去开展的切削试验主要是受日本开发部门的委托对试制品进行评估，几乎没有来自客户的委托。而且，虽然会对客户开展技术讲座，但在中国的同行业内，本中心的知名度还比较低。但是，借此次重新装修开业的好机会，通过广泛进行宣传，吸引了公司内外的众多人士莅临参观指导。我们希望让重获新生的天津技术中心展现在大家的眼前。

中国市场近年来发展迅猛，不只是对于提高产品性能和品质的需求，对于优化使用产品的解决方案服务的需求也在不断攀升。本中心以重新装修开业为契机，使业务方向转向了以面向客户的切削试验和技术支持为主。我们要始终牢记“成为客户真正伙伴”的目标，切实把握客户真正的需求。我们坚信，通过这样的方式，可以不仅仅停留在单纯提供测试结果的层面，还可以提供富有魅力的整体解决方案。

以最快最好的结果来回应客户委托，尽快得到中国客户的认可，这是本中心全体员工的心愿。

将最快最好的结果带给更多的客户

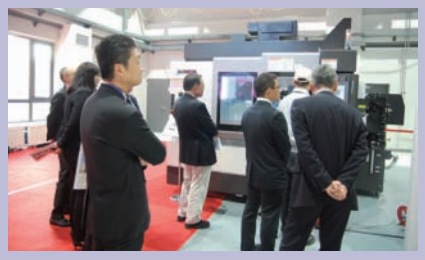
与系长对话

范 芳
天津菱云刀具设计有限公司
加工技术中心
加工技术团队　系长

天津技术中心的解决方案

1 在会议室开展各种教育

2 实机演示



3 回应各种委托的切削试验

CUTTING EDGE

开发本部 加工技术中心 解决方案组　田中 洋光

第7期

使课题可视化，从而改善加工的分析技术

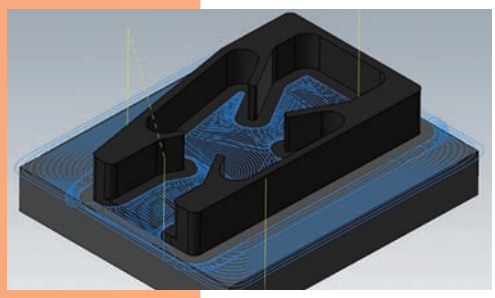
将在刀具开发中培育的分析解决方案带给客户

三菱综合材料的加工技术中心提供切削试验和运用CAM的加工方法提案、电话咨询、讲座、技术服务等丰富多彩的解决方案。其中重点开展的是运用在商品开发中培育的分析技术提供分析解决方案。分析信息不仅有助于制造现场的品质改善和效率提高，还能预先排除加工中的问题等不确定因素，为快速解决问题指明方向。但出于种种限制，客户很难准确把握切削负荷和工件变形等加工状态。因此，本公司主要是使用刚性分析、切屑分析、切削负荷分析三种方法，将刀具制造商积累的分析技术与各位刀具专家的经验进行组合，为优化加工流程而进行改善提案。

在分析解决方案中，切削负荷分析应用最多，能够使加工部位、工序的切削负荷(主分力、背分力、主轴动力等)可视化。要想实现高效的切削加工，重点在于切实把握刀具的特点，可以说，把握切削负荷掌握着高效加工的关键。但我们的最终目标并不只是分析，而是要提高对于客户的“提案质量”，以优化切削加工条件。举例来说，最近的CAM软件加入了创建切削负荷恒定的铣刀路径的功能，但自动创建的铣刀路径无法顾及到各种刀具、材料的特点，对于实际加工不一定有效。因此要计算更准确的切削负荷，在对切削负荷给工件和夹具等造成的变形进行分析后，再思考如何缩短加工时间等，从多个改进方案中择优提出。

运用切削负荷分析和CAM改进加工

高效率粗加工　(余摆线+向上加工)



刀具	VQMHVRBD1600R100 (Ø16xR1)
悬伸量	40mm
工件材料	SCM440(27HRC)
转速	2,000⇒3,000min^{-1} (150m/min)
进给速度	480⇒1,800mm/min ⇒可变1,680 ~ 1,800mm/min (最大fz0.15mm/tooth)
切深	ap12mm ae6mm ⇒ ap30mm ae2.5mm
冷却液	吹气
加工设备	立式加工中心(HSK A63)
最大切屑排放量	36⇒135cc/min
加工时间	39⇒10分钟

切削负荷分析结果

进行负荷平滑化处理后・・・

通过优化使用刀具
稳定切削＋高效率加工
＋延长刀具寿命

开发本部 加工技术中心 解决方案组　王 伟

(左)开发本部 加工技术中心 解决方案组　小坂 晴美

立足分析数据，提高改善提案的质量

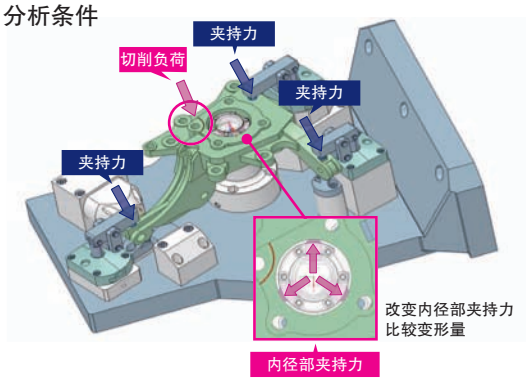
通常来说，进行各种分析需要客户提供加工对象的3D模型、NC程序等信息。必要信息最初就一应俱全的情况很少，需要在密切进行内部合作的同时，请客户提供必要的信息，以便顺利开展分析作业。谈到分析业务的有趣之处，实际负责分析作业的小坂这样说道：“客户提出‘在这样的情况下，遇到了这样的困难’的时候，我们会首先聚焦其内容进行分析。但这才是真正的开始，必须要根据分析结果寻根溯源，寻找解决的线索。当以数据为依据，将自身的疑问与理论提案挂钩，使客户的实际课题彻底得到解决时，心情真的非常舒畅。既不单纯比较分析结果，也不完全依赖于软件。探询原因和结果的过程充满乐趣”。

2017年，逆向工序和传热分析等新技术的引进，拓展了可以解决的课题的范围。与此同时，还努力积累分析事例，通过与实测值进行比较提高分析值的精度，以便更深入地进行提案。举个例子，除了将有别于现有加工的加工方法与本公司的刀具进行组合，高效提高精度之外，还要对提高经济效益的划时代加工方法进行提案。

现在，任职于东日本技术中心(埼玉县埼玉市)的5位专任人员每月会提供约10个分析解决方案，今后还预定增员。近年来，中部地区的客户的委托也在增加。今后，去年设立的国内第2家技术支持网点中部技术中心(岐阜县安八郡)也将着手实施应对措施，建立可以快速应对的体制，今后还要向海外的支持网点拓展。通过组合开展技术服务、分析、切削试验，可以提高旨在优化加工条件的“提案质量”，提供真正对客户有用的整体解决方案。今后，本公司将再接再厉，继续强化向全球的客户提供切削刀具综合解决方案的能力。

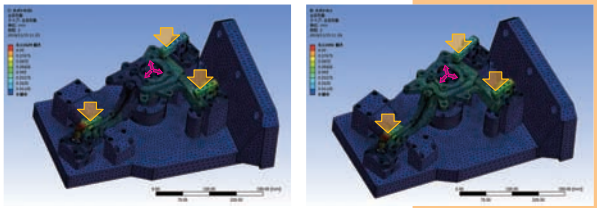
分析的流程

分析条件



①分析结果＜仅限夹持＞

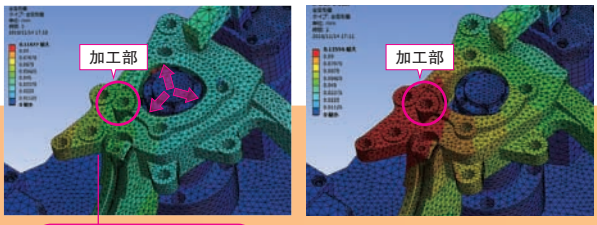
内径夹持力较强时　　内径夹持力较弱时



使夹持力造成的工件和夹具变形量可视化

②分析结果＜夹持＋切削负荷＞

内径夹持力较强时　　内径夹持力较弱时

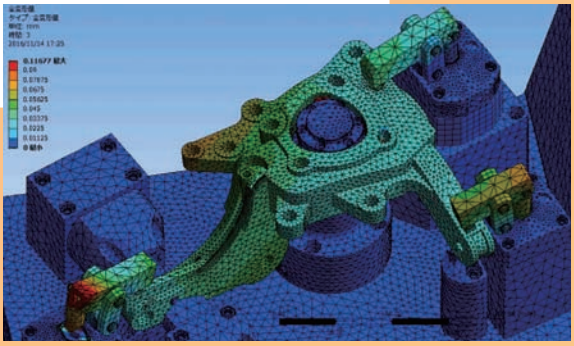


加工部附近的变形缩小

使承受切削负荷时的工件和夹具变形量可视化

③分析结果＜整体＞

分析的流程　①内径夹持　②卡爪夹持　③施加切削负荷



DIAEDGE

与您携手，共创美好未来。

为了给所有用户带来期待与感动，

凝聚最尖端技术的品牌——“DIAEDGE”诞生了。

我们不仅为您提供刀具本身的价值...

更期待与您共思，共鸣，开启新的挑战之旅！

兴奋　惊喜　感动

【高品质】　DIA　EDGE　【最尖端】

- 提供最佳解决方案及技术支持
- 快速应对

以金刚石的图案象征信赖

客户　三菱综合材料

客户与三菱综合材料
相互支撑、互相促进。

三菱综合材料株式会社
http://www.mitsubishicarbide.com

●电话技术咨询热线
三菱三菱
400-001-3030

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO　007

发行：三菱综合材料株式会社　加工事业公司
http://www.mitsubishicarbide.com

EXP-18-E007
2018.9DS Printed in Japan EK(3.5C)

严禁转载包含本刊的文字、图片等在内的所有报道内容。