激发制造业活力的通讯杂志

003

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

～向医疗设备产业的难削材加工发起挑战～

VOL.3 STORIES

3-6
EYE on MARKET　支撑医疗设备产业的切削加工

7-14
FOCUS on PERFORMANCE
支撑世界医疗产业的
三菱综合材料

15-16
HISTORY OF MITSUBISHI
迎合当地需求的
锌工业发展基地
— 秋田制炼所 —

17-18
CRAFTSMAN STORY
彻底消除超耐热合金的
切刃边界部缺损
— 难削材车削加工用
刀片“MP/MT90”系列 —

19-22
TECHNOLOGY ARCHIVE
不断进化的硬质合金
合金材料技术的变迁

23-24
ABOUT US
提供顶尖加工技术的
欧洲教育机构
— 欧洲技术中心 —

25-28
CUTTING EDGE
使用低频振动分断切屑

29-30
WA ～孕育和谐～
浮世绘

EDITORIAL

三菱综合材料株式会社 常务执行董事
加工事业公司 总裁
鹤卷 二三男

大家很少会将医疗与刀具直接联系起来。刚进公司时我被分配在硬质合金刀具部门，回想当初的培训，会想起用小刀削苹果皮的画面。讲师告诉我们，苹果就是被削材，而小刀就是刀具。这样想来，在医疗领域中的被削材就是人体，而刀具就是手术刀。但如今的医疗产业用刀具并非仅限于手术刀。刀具用途十分广泛，包括医疗设备制造工序中使用的刀具、植入人体的医疗零部件的加工刀具、保持器具的加工刀具等。

多年前，我岳母的腰出了问题。主刀医生在介绍手术时提到，“垫上小垫板后用螺丝固定。材质采用不会腐蚀的钛…”认真听取了主刀医生的意见后，我说“这个零部件用我们公司的刀具比较好，不，还是竞争公司的…”，不知不觉就犯了职业病。能为促进伤病的治愈、缓解人们的痛楚、提升生活的舒适度尽到绵薄之力，我以此为傲。考虑到患者的心情，我们虽不至于欢呼雀跃，但作为刀具制造商，依然会成就感倍增。今后，我们将继续努力，成为为医疗进步提供最佳解决方案与服务的刀具工坊。

欢迎光临三菱综合材料的活力世界！

继天空(飞机：创刊号)、陆地(汽车：第2期)之后，本期将为大家介绍人类(医疗)的世界。飞机和汽车大大改变了人类空间移动的自由度和速度，为我们的社会和个人生活带来了翻天覆地的变化。近年来，医疗领域也获得了显著的发展。相比起飞机和汽车而言，医疗与刀具制造商的关系似乎并不那么密切，但随着各种医疗技术、设备的进步以及医疗用新材料的开发及实用化，我们的刀具在该领域的用途也日益增加。在此类医疗领域中，我们立志成为能解决客户新课题的专家，本刊将对其中的一部分内容加以介绍。

在任何领域的发展背后，都需要通过不断的沉淀和积累，其中包含了革新技术的开发及应用，以及为实现稳定品质和产量而进行的生产技术开发等。切削工具的起源和机床相同，都可追溯到，我们刀具的起源可追溯至古埃及时期，在漫长岁月里，经过形状、材料、机床及加工技术的不断开发和改良，最终形成了当前技术。硬质合金作为一种大大提高了切削条件的刀具材料，自1926年实用化以来已有约90年时间，其改进远未停止，最近我们正致力于针对医疗用新材料的材质开发。本刊介绍了这种硬质合金的历史、鲜为人知的研发历程及最新技术，敬请阅读。

从去年下半年开始，我们通过和客户共同开展的技术研讨会、交流会等形式，更广泛地介绍了公司正在开发的项目，并发布了开发方针、开发计划、开发中的产品信息等从未对外公开的项目内容。企业将通过包括本刊在内的各种形式，积极扩散以开发为主的各类最新技术信息以及我们的理念和期待。今后，我们将致力于实现信息发布和沟通的进一步加强。我们期待了解大家的意见、感想和希望。希望根据这些“客户之声”，开发出更多的创新产品、划时代的新技术以及针对性更强的解决方案和服务，为更多客户带去前所未有的感动。同时希望在此过程中通过与客户共同思考、创新，突破壁垒(课题)，实现开发和实用化，从而共同分享兴奋与感动。

为了成为开头提到的综合刀具工坊，我们将以饱满的热情面对每一天的挑战。请亲眼见证三菱综合材料的改变与行动。

开发部长 博士(工学)

长田 晃

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

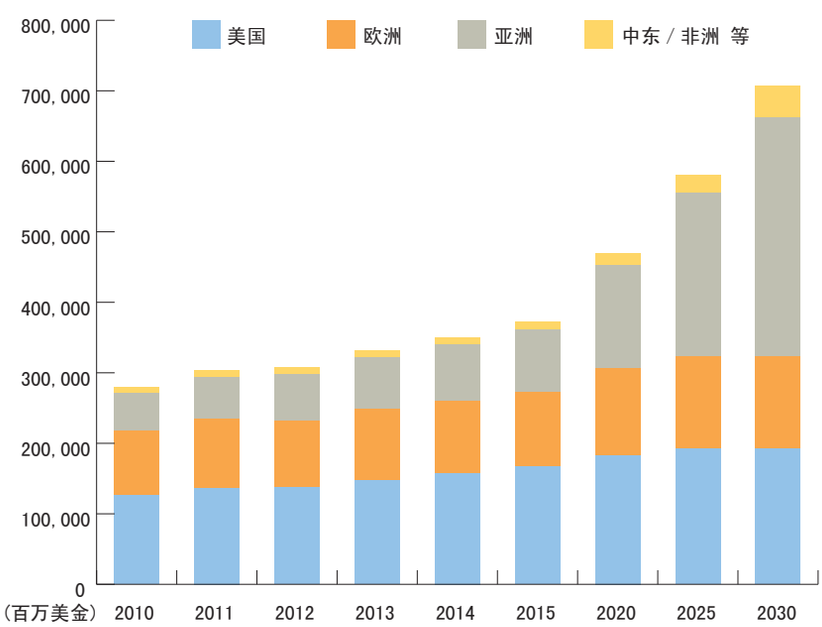
EYE on MARKET **MEDICAL INDUSTRY**

支撑医疗设备产业的切削加工

市场有望进一步扩大的医疗设备产业

随着经济的迅速发展，新兴国家的人口增加以及发达国家的老龄化加剧，医疗设备产业有望成为国际化需求稳定增长的领域。目前，人均收入高、保险制度及医疗系统建设完善的美国、日本、西欧等发达国家和地区占据了近80%的医疗设备市场。以往的医疗设备(含开发费在内)需要花费大量的金钱、时间以及风险管理成本，因此，欧美大型制造商的市场占有率极高，还占据了高附加价值的领域。另一方面，为了应对发达国家医疗费用的减少及新兴国家的价格需求，大型制造商正积极通过收购跨国企业来降低成本。尤其是需求量增长扩大最显著的中国等亚洲地区新兴国家，与欧美制造商、医疗研究机构合作的新加入企业也逐渐增加，像汽车产业一样，生产基地的全球化进程不断加剧。在未来，医疗设备除了单个产品的销售外，还将建立与当地未通过医疗认证的从业人员的技能提高等对应的体制。

医疗设备市场动向预测



出处：根据瑞穗银行“瑞穗产业调查 Vol.49”制作　※2015年以后为本公司预测

测量类

人体现象测量设备(CT、MRI等)、
检体检查分析设备、诊断系统等

MRI

X射线

床

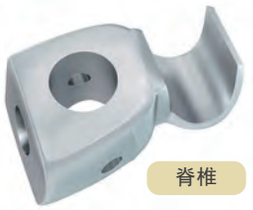
ICU设备

家庭用测量设备

分析设备、测量器具、内部设备等

治疗类

人工关节等人体功能辅助设备、
医疗处理设备、手术用设备等

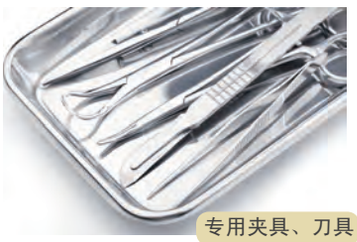

脊椎

人工关节

垫板

螺丝

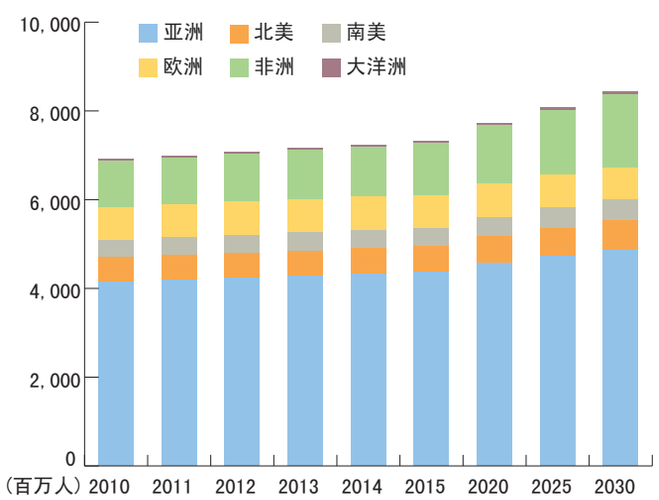
牙科


专用夹具、刀具

新兴国家的发展与发达国家的高龄化是市场扩大的关键

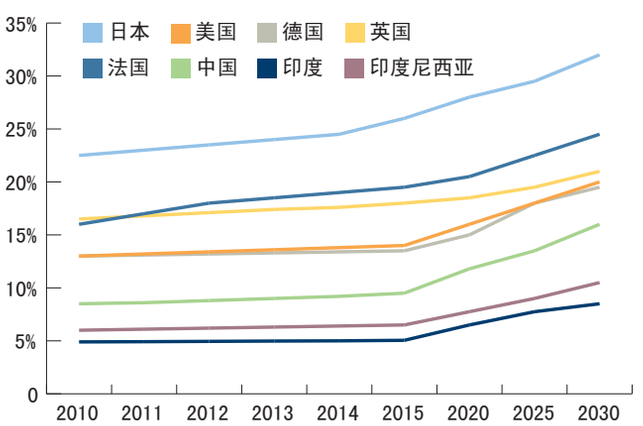
近年来，新兴国家除了人口增加外，个人收入也不断增加。其对家电产品、汽车的需求量剧增，预计今后在进一步提高生活水平方面的需求也将不断增加。此外，2030年主要国家的世界高龄化比例将达到20％以上，因此医疗设备的需求量也将稳定增长。同时，随着近年来综合医疗技术的发展和高龄化的加剧，老年人的生活方式发生了转变，除了可降低风险外，在再生医疗领域(假肢、人体再生)中，考虑恢复运动机能的顾客需求量将日益增加，技术将随之得到不断革新。

世界人口预测



出处：根据总务省统计局“世界的统计2015”制作

全球主要国家的高龄化比例※



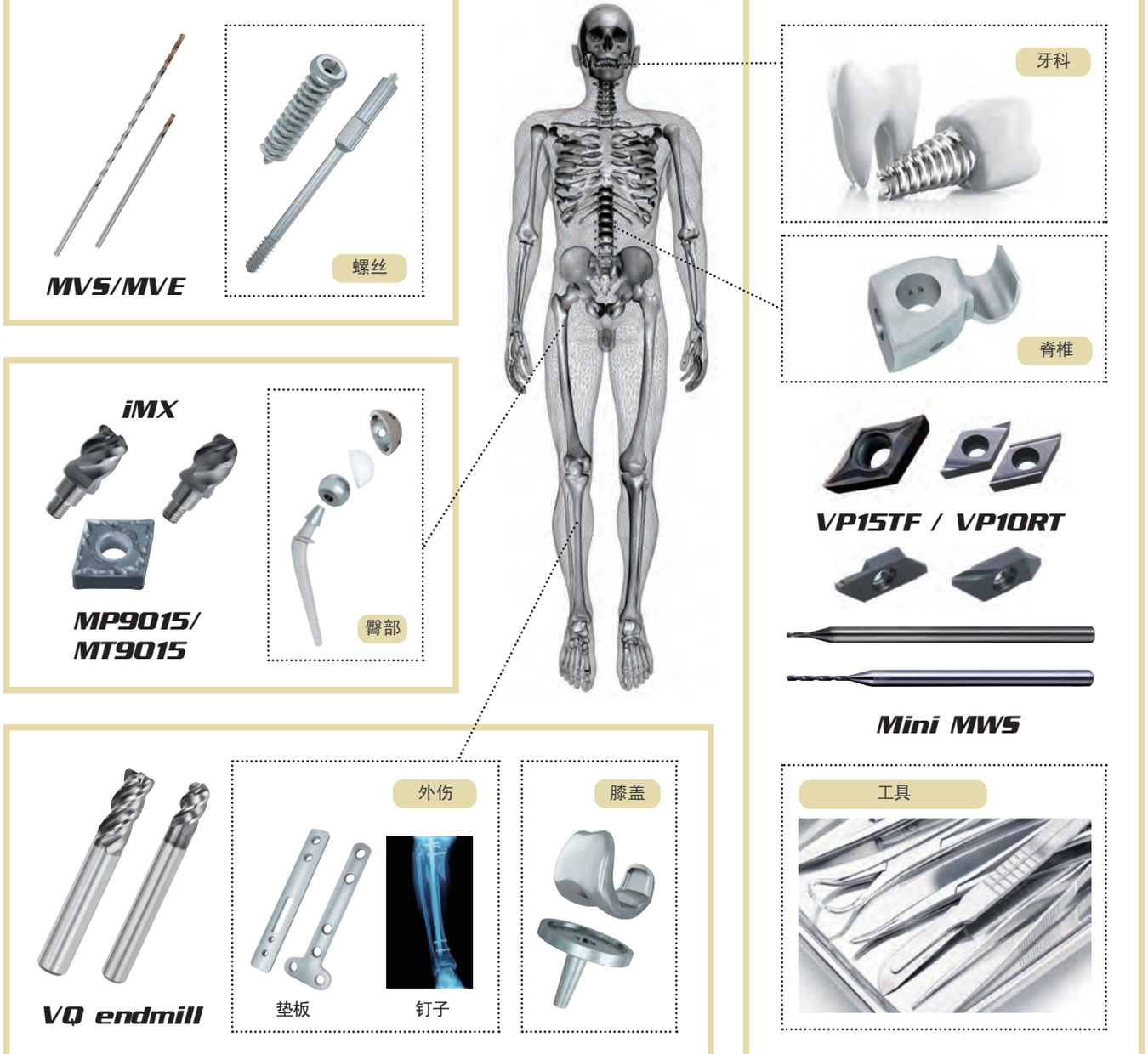
出处：根据United Nations“World Population Prospects The 2008 Revision”制作
※65岁以上高龄人口(老年人口)在总人口中占据的比例

特辑 支撑医疗设备产业的切削加工

EYE on MARKET **MEDICAL INDUSTRY**

医疗设备用材料与切削加工

医疗设备领域80％的刀具需求是金属材料机械加工为主的植入(人工关节、牙科)、外伤用设备、手术用设备，采用钛合金、不锈钢合金、钴铬合金等难削材。此外，这些设备与普通机械零部件不同，即使是同一材质，其对过敏性、血液适应性、耐腐蚀性的特性要求也更高，因此必须使用具备认证的材料。而从耐腐蚀性、轻量化方面考虑，医疗设备一般采用与飞机零部件极为相似的材料，但为了提高植入零部件的功能性(使用期限、小型化)，使用比钛合金更高机械强度的钴铬合金的零部件日益增多。然而，钴铬合金与钛合金相比切削性极差，刀具寿命会减少1/3左右，因此改善的空间非常大。此外，医疗领域中CFRP及陶瓷类材料也逐渐增多，随着新材料的开发，预计将会出现更多的难削材。



再生治疗零部件的机械加工零部件与主要被削材

		人工关节	外伤	脊椎	工具	牙科
金属类	钛合金	• Ti-6Al-4V • Ti-15Mo-5Zr-3Al • Ti-6Al-2Nb-1Ta-0.8Mo	• Ti-6Al-4V	• Ti-6Al-4V	• Ti-6Al-4V	• Ti-6Al-4V • 纯钛
	不锈钢合金		• SUS316L • SUS317L		• SUS630 • SUS420J2 • SUS440C	
	钴铬钼合金	• Co-Cr-Mo (铸造、锻造)		• Co-Cr-Mo		• Co-Cr-Mo
非铁金属类	铝合金				• A2000系 • A6000系	
	树脂	• UHMWPE (超高分子量聚乙烯)	• PEEK	• PEEK	• GFRP • CFRP • PEEK	• 树脂 • PMMA • 特殊碳纤维
	陶瓷类	• Zirconia • Alumina				• Zirconia • Alumina

医疗设备用材料的制造现场中使用的本公司刀具应用

医疗零部件采用难削材且多为特殊形状，不易进行高效加工，也很难只通过刀具进行改善。为了提升加工效率，延长刀具寿命，CAD/CAM-机床-切削工具的综合应用不可或缺。

钴铬合金

钴铬合金是医疗用材料中最难切削的材料，与钛合金相比，其耐磨损性强、使用期限长，一般用于人工关节的滑动部及脊骨、螺丝等小零部件、薄零部件制造。但由于其机械强度高、易熔敷，选择耐磨损性强的刀具材质就成为了关键。

钛合金

医疗零部件中，钛合金(Ti-6Al-4V)的人体适应性强，因此应用最为广泛。钛的热传导率低、切削热量高，因此必须选择耐热性优异的刀具材质，且刀具形状需要考虑切屑的排出性。

不锈钢合金

小型零部件较多，因此钻头、立铣刀使用整体刀具。奥氏体类不锈钢(SUS316L/SUS317L)与析出硬化不锈钢(SUS630)的切削特性大为不同，难以排屑的奥氏体类不锈钢的深孔加工难度极高。

特辑 支撑医疗设备产业的切削加工

FOCUS on PERFORMANCE

支撑世界医疗产业的三菱综合材料

PART1

支撑医疗零部件 革新精密零部件加工

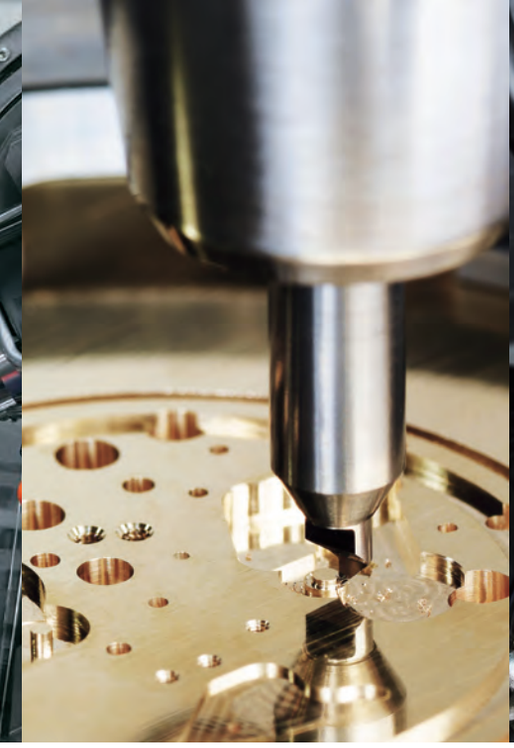
生产数百万个精密零部件

我们最先走访了瑞士的Laubscher公司。这是一家生产Ø42mm以下各种精密零部件的公司。员工超过280人，以“满足全球客户的生产需求”为经营理念，不断发起新的挑战。小型自动车床的精密零部件加工并非易事。例如，加工由难削材制成且Ø0.3mm左右的超精密小件等。该公司年均应对几万个品种，车削零部件的日产量超过200万个。按产业划分，其业务量半数以上与医疗设备相关，此外为钟表、汽车产业、电气、建筑用。在此次走访中，我们对技术、制造部部长Manfred Laubscher先生和刀具采购负责人Alain Kiener先生就小件加工用刀具及与三菱综合材料的合作等问题，进行了拜访。

需要最优质、最高性能的刀具

瑞士的Täuffelen工厂拥有各类机床总共约500台，其中400台为切削机床。零部件大小为横向Ø0.3mm～42mm，需根据零部件的大小、形状，采用不同的加工方法，因此备有主轴移动型小型自动机床、主轴固定型小型自动机床、多轴自动车床、加工中心等机械设备。Manfred Laubscher先生介绍说：“我们公司生产各种医疗领域的医疗设备零部件，但都不是植入人体的零部件。”其代表性产品有人工股关节置换术手术器具及用于插入血管闭塞用支架的手术器具、哮喘病患者用吸入器的零部件等。主要被削材为SUS303(1.4305)及SUS304(1.4301)等奥氏体类不锈钢。“为了始终保持这些零部件的均一品质，我们必须使用最优质的刀具。”刀具采购负责人Alain Kiener先生介绍说，“刀具制造商为数众多，但极少数制造商能提供适用于精密小件加工的刀具。我们还会向刀具制造商进行提案，要求其高质量地予以实现。其中，三菱综合材料已成为本公司可靠的合作伙伴。”

Manfred Laubscher　Laubscher公司 技术、制造部 部长



PART1 Laubscher公司
PART2 Mediliant公司
PART3 Greatbatch Medical公司
PART4 Nexxt Spine公司
PART5 Willemin-Macodel公司

医疗设备产业的世界性需求日益增长。这个领域中，一个零部件肩负着撑起生命的重要作用，因此需要极高的精度和品质。这类医疗设备制造商的生产基地目前多数集中在西欧和北美。本刊走访了瑞士、法国、美国3个国家的5家医疗设备制造商，就加工现场的现状及三菱综合材料在世界各国的贡献进行了采访。

Laubscher公司(瑞士)

形成友好合作关系

Laubscher公司围绕性价比(寿命/价格)与品质，对车刀片展开了新一轮研究。在确保品质再现性的基础上，需采用加工成本更低、通用性较高的刀具。据此，三菱综合材料提交了测试难削材用ISO车刀片的方案，很快获得了认可。高效的合作正是基于两家公司都抱有勇往直前的理念。“首先使用无铅易切削钢，然后使用ISO DCMT 11规格的刀片对医疗用零部件进行镗孔精加工，成果一目了然。此后，我们试着在其它机械上使用相同的配置，也获得了极佳的切削效果。采用铝钛合金涂层的MP9015除了寿命为以往的2倍外，其表面粗糙度、外观、切削性等各方面与以往产品相比均有大幅提升。同时，进给速度也实现倍增。就目前而言，如此大幅度的改善实在是不可多得！”Alain Kiener先生由衷地感叹，并表示将着手下一步计划：“刀片测试效果显著，接下去我们期待在其他场所用于不同类型的机械。”由于该刀片通用性高、使用量大，因此Alain Kiener先生希望尽可能多地将其用作所有生产线上的标准刀具。

更多期待

Laubscher公司显然以精密小型零部件加工为主。Alain Kiener先生表示：“目前，本公司在Ø0.3mm～6mm的孔加工中已采用了三菱综合材料的刀具，今后希望在Ø0.3mm～3mm的小直径规格中也能进行导入。在这一方面，我们与三菱综合材料的合作极为重要。”

三菱综合材料的Kobi Tobler先生说：“我们正在积极支持小直径刀具的改良工作。”实际上，包含期望、改善对策在内的反馈信息会直接传递给日本，并以这些反馈信息为基础进行所需刀具的开发和制造。最后，怀着对未来的期待，Alain Kiener先生说：“在精密小件加工呈现增长趋势的今天，对本公司而言，三菱综合材料的重要性将越来越凸显。希望能通过长期合作提高协作效率，挖掘出有效的解决方案。三菱综合材料的品种非常多，可用于各种产业用零部件的加工，这一点也深深吸引了我们。”

Website: www.laubscher-praezision.ch

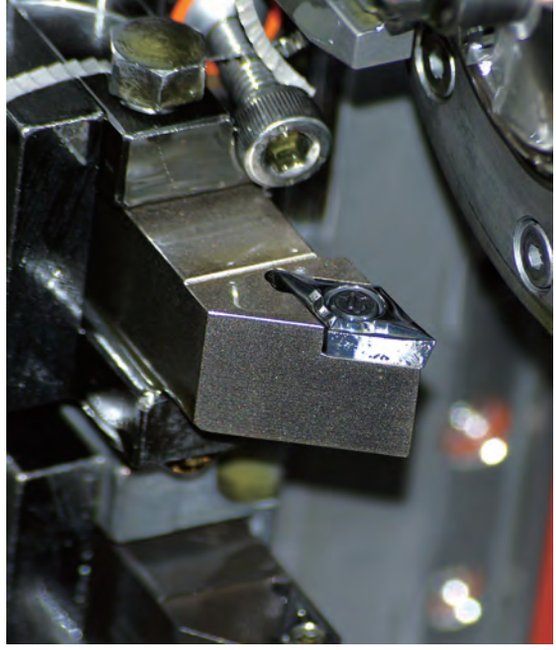
(左1) Daniel Dietsch Six Sigma Tools公司 (左2) Alain Kiener Laubscher公司 刀具采购负责人
(右2) Kobi Tobler 三菱综合材料 工程师 (右1) Marco Schneider Laubscher公司 生产技术

PART2 Mediliant公司(瑞士)

以技术伙伴的身份生产高品质的植入件

年均生产50万个以上的植入件

本刊接着走访了位于瑞士力洛克的制造公司—Mediliant公司。该公司拥有员工50人，年均生产50万个以上的植入件。主要生产螺丝、垫板、钉子、升降机箱等，大部分产品由钛制成，部分使用不锈钢合金和钴铬合金。本刊就制造现场的感想及与三菱综合材料的关系，对切削部门的技术人员Nicolas Pinguet先生、车削部门的技术人员Nicolas Foulaz先生、研究开发和产业部长Laurent Ferreux先生进行了采访。



刀具寿命延长至以往的3倍

目前，三菱综合材料为力洛克工厂提供刀具，用于加工较大的医疗零部件。Mediliant公司为了减少频繁的刀具替换及相应的操作程序，提高机械运作率，一直在寻找长寿命的粗加工刀具。当然也考虑了对每个零部件刀具费的控制。“我们要从块状材料中切削出Ti-6Al-4V(Gr.5)材质的骨垫。”Mediliant公司使用低刚性设备和高刚性设备，因此必须选择适用于两种设备的立铣刀。针对上述情况，三菱综合材料提出了使用SMART MIRACLE立铣刀的方案。Nicolas Pinguet先生难掩兴奋之情，“尤其使用了Ø12 mm(R2.5mm)圆弧立铣刀，寿命可从以往的200分钟延长至3倍以上的640分钟。”三菱综合材料的Kobi Tobler先生补充到：“SMART MIRACLE涂层的ZERO-μ表面与极其锋利的刀尖提高了排切屑性，减少了切削阻力，更采用不均等导程，防振性也更高。”如今，8台铣削加工机在加工类似零部件时，均使用三菱综合材料的立铣刀。

高品质的车削加工

三菱综合材料提供各种用于车削加工的精密加工刀具。备有从一般外径加工至仿形加工、切槽、切口、后车削等小型自动机床相关的定制解决方案。内径镗孔加工的最小直径为2.2mm，开孔加工的最小直径则为0.3mm，针对外径加工中Ø0.3mm～0.5mm小件加工的产品也十分齐全，硬质合金整体刀具作为标准规格配备，直径从0.1mm起可选。此外，医疗用刀具中还备有专为接骨用Torx螺丝的头部加工而开发的VQXL(小直径4刃长颈立铣刀)。Mediliant公司采用了MT9000系列的无涂层车刀片和SMART MIRACLE系列的立铣刀。在车削加工方面，该公司主要的工件直径为5mm～16mm，以加工钛合金为主，其对三菱综合材料抱有很高期待，在采访中对三菱综合材料的开发品做出了评价。Nicolas Foulaz先生表示：“小型自动机床在对钛合金材质的螺丝进行外径车削时，低速进给、微小切深条件下切屑会影响机械及工件，刀片缺损会导致品质不稳定。此外，切削速度的变化也会大大影响表面粗糙度。三菱综合材料的难削材用MP9000、MT9000系列2种材质的ISO刀片帮我们解决了这一课题。”Nicolas

Nicolas Foulaz　Mediliant公司 车削部门 技术人员

Foulaz先生对该款刀片给予了高度评价，“刀片寿命长，加工面也比原来的刀具好很多。”三菱综合材料会根据客户的评价进行改良，提供新的解决方案。

共同解决问题

对Mediliant公司而言，三菱综合材料已经成为了共同应对生产课题和改善的长期技术伙伴。下一步，该公司计划将切屑排出性优异的SMART MIRACLE立铣刀用于形状粗加工中，以提高加工效率。Laurent Ferreux先生强调说：“我们看重的是供货商能否一手确保对交货方的原材料、高精度加工、杀菌等所有工序链的品质管理。我们公司选择了三菱综合材料作为我们可靠的供货商，以实现公司的蓬勃发展。”

Website: www.mediliant.com

(左3)　Arnaud Boujon　Mediliant公司 采购部部长
(右3)　Nicolas Pinguet　Mediliant公司 切削部门 技术人员
(右1)　Laurent Ferreux　Mediliant公司 研究开发、产业部部长

PART3　Greatbatch Medical公司(法国)

采购最佳切削工具，以提高生产效率

假体专家

继瑞士之后，本刊又来到了法国。采访的第3站为技术开发及医疗工程学研究中心Greatbatch Medical公司的肖蒙工厂。该公司作为随全球高龄化而不断发展的整形外科用植入件和修补设备的世界级专家而闻名于世。在欧洲和美国拥有超过10,000名员工。位于法国香槟区入口的肖蒙工厂是生产腰、肩、脊椎植入件的集团重要基地。此外，这也是该公司的经营战略基地。目前，为了确保将来的收益和拓展事业，公司正在积极开展录用大批员工、投资设备、扩展办公空间等活动。本刊对整形外科技术专家Richard Millot先生、技术专家Benjamin Martin先生就新材料方面的投入及现场生产效率的提高等相关问题进行了采访。

挑战新材料的切削

切削工具负责人Richard Millot先生、Benjamin Martin先生直言：“我们两家公司是特殊伙伴，与三菱综合材料法国的技术顾问Bento Valenté先生保持密切联系是我们公司不可或缺的一项工作。”自合作初期起两家公司就来往频繁，在共同研究钴铬合金及PEEK(聚醚醚酮)等新材料加工后，进一步巩固了两家公司的合作关系。Richard Millot先生表示：“这些材料对我们工厂而言属于新材料，其用途正在不断扩大，是我们改善加工的核心所在。三菱综合材料积极的技术支持、改善提案、高功能刀具的开发对我们而言不可或缺。例如，对材料厚度0.1mm的超薄零部件加工及难削材加工的改善而言，起到关键作用的一大重要因素就是刀具的选择。”关于两家公司的具体合作成果，Richard Millot先生提议我们进行实地参观。

(左)　Richard Millot　Greatbatch Medical公司 整形外科技术专家
(右)　Bento Valenté　三菱综合材料法国 技术顾问

促进生产效率的提高

PEEK机械加工现场的温度保持在21℃，使用Ø0.6mm起的高精度圆弧立铣刀VCPSRB系列。这尤其解决了对颈部植入件进行圆盘加工时因切屑堵塞而导致加工面不良的课题，实现了高精度加工。我们得到了这样的反馈：“Greatbatch Medical公司生产效率的提高是三菱综合材料公司通过密切的关注并听取本公司意见所达成的重大成果。”此外，该公司还在部分用途中选择了耐熔敷性更强的SMART MIRACLE(VQ)及IMPACT MIRACLE(VF)型整体立铣刀。这些整体立铣刀采用具备难削材重点所在的排切屑性、抑振性(不均等导程)的最佳形状，结合耐磨损性优异的涂层技术，在钴铬合金(HRC40～45)的薄垫加工中获得了极佳的结果。Benjamin Martin先生表示：“我们听从了Bento Valenté先生的建议，采用了抑振效果显著的不均等导程，在加工中心的钛合金加工中实现了切削速度1,000mm/min以上的高效加工。这是以往刀具所难以实现的。经验证后，证实了其在作为正式采用条件的刀具寿命(价格)、稳定性、损伤层方面均没有问题，满足了所有必要条件。”此外，通过在深孔加工中采用MWS型Ø1.3mm带冷却孔的小直径长型钻头，将深30D的深孔加工周期时间缩短到了以往的1/4。

关于今后的发展

除了正在开展的项目，Greatbatch Medical公司还需要应对提高加工效率、提高生产能力和满足患者需求的新产品开发的课题。“为解决该课题，生产技术专家小组想利用三菱综合材料位于西班牙(巴伦西亚)的技术中心。”这些设想旨在充分发挥刀具性能优势，以解决生产现场的课题，进一步加深了三菱综合材料与Greatbatch Medical公司的密切合作关系。

(前排左)　Eric Crosland　三菱综合材料法国 技术经理
(后排左)　Stéphane Ligneul　三菱综合材料法国 销售经理
(后排中)　Benjamin Martin　Greatbatch Medical公司 技术专家

PART4　Nexxt Spine公司(美国)

生活品质源于高精度刀具

救助脊髓受损的患者

将镜头转向美国，本刊走访了位于印第安那州的Nexxt Spine公司。该公司主要经营接骨用螺丝、垫板、椎体间关节等医疗器具，为帮助脊髓受损患者恢复功能而竭尽心力。公司创建于2009年，在印第安那州诺布尔斯维尔购置了最新的生产设备，开始引领整个行业的发展。其确立了生产100％的脊髓移植相关产品、95％的手术器具的常规体制，并致力于提高手术效率的革命性产品开发。本次采访中，本刊与生产管理人员Robert Thomas先生以及加工技术人员Beau Riser先生就当前的脊髓相关项目及划时代技术进行了对话。

Robert D. Thomas II　Nexxt Spine公司 Director of Manufacturing

(右)　Dan McCloskey　三菱综合材料USA　Senior District Manager

工序大幅减少

该公司主要经营接骨用螺丝、垫板及椎体间关节等产品，Robert Thomas先生说：“我们生产所有植入件的相关医疗零部件。”Beau Riser先生补充到：“目前的材料以铝和PEEK为主，但我们即将完成使用Nano Matrix这一新材料的椎体间关节。虽然产品尚处于开发阶段，但在先前举办的行业展会NAS(北美脊椎学会议)上已经引发了轰动，我们相信这必定是一款划时代的产品。”Nexxt Spine公司从事从植入件的产品设计开发到生产技术确立的一系列产品开发活动，在这些工序中采用独特方法，实现了业界首屈一指的高效化。Beau Riser先生就产品开发工序的改善谈到：“我们一直在对产品开发工序进行改善。我们即将实现将开发时间缩短至行业水准的3分之1甚至2分之1。为了应对医生们的不同要求，缩短开发时间是重中之重。充分利用高水平技术和多年积累的产品开发技术，在改良现有产品的同时契合医生的需求至关重要。”

以高品质和稳定性为必要条件

关于三菱综合材料对Nexxt Spine公司的帮助，Robert Thomas先生说：“三菱综合材料是一家注重技术革新和精度、开发世界尖端产品的制造商。Nexxt Spine为了不断满足客户的高要求，将高品质和出众的稳定性作为必要条件。在我们看来，三菱综合材料的产品在这方面具有绝对优势，其拥有的尖端技术水准是其它竞争公司所无法比拟的。例如，我们在之前加工NiTi合金(形状记忆合金)这一新材料时试用了小直径涂层立铣刀。其它公司的产品效果不佳，但使用三菱的Ø0.014"(0.35mm)立铣刀后则对效果十分满意！”

携手发起技术革新

本刊就三菱综合材料为公司带来的突破进行了采访。“还是以刚才谈到的新材料为例。我们准备将刀具外包用于加工钴铬合金。NiTi合金是约5年前出现的新材料，而钴铬合金虽是之前就在使用的材料，但由于无法稳定加工，所以是制造现场一种十分头痛的材料。在这种情况下，三菱综合材料的Dan McCloskey先生向我们推荐了在此类难削材开深孔加工中可应对L/D=20的Ø1.5mm钻头。此外，在对Propylux这一纳米纤维材质进行小直径开孔加工时，会因钻孔弯曲而出现穿孔的不良品，Dan先生据此提出了用新刀具代替的方案。”Robert Thomas先生就今后两家公司的关系问题谈到，“Dan先生人非常好。经常来我们公司，十分亲切。对于前景我们非常看好。三菱综合材料与Nexxt Spine的未来定是一片光明。我们两家公司都是走在行业前端的成长型企业。期待我们今后的长期合作！”“我推荐大家都使用三菱综合材料的产品。”Beau Riser先生补充到，“三菱的产品虽说有点小贵，但贵得很值。”

(中间)　Beau Riser　Nexxt Spine公司 Process Engineer

(右)　大宫司 久　三菱综合材料USA 工程师

PART5 Willemin-Macodel公司(美国)

以加工精度革新生命维持技术

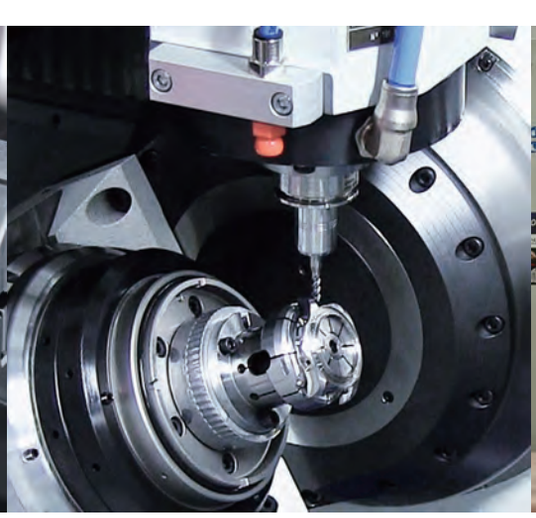
生产各种医疗零部件

本刊最后走访了位于瑞士的机床制造商Willemin-Macodel公司。公司名称意为“德莱蒙机械”，源于历史悠久的机械制造城市德莱蒙。该公司以顶尖加工技术革新闻名，产品精度极高，适用于细微加工。该公司还将事业版图扩展至美国，此次采访了就职于其印第安那州诺布尔斯维尔的应用经理Jim Davis先生。“我们作为一家机床制造商，为整个医疗行业提供最适用于各种医疗零部件的设备。可应对牙科用、脊髓用、颜颚面用、人工关节用(腰、膝、肘、趾部)等各种领域。此外，还可代顾客进行应用技术、工序的开发和试加工，除机床以外，还对同时交付的工序设定提供整体解决方案。最近确立了牙科用解决方案。我们通过切削技术加工人工牙根，而切削工具将使用三菱综合材料的Ø0.5mmSMART MIRACLE立铣刀。这一最新型设备已经受到了全国各地的高度认可。”为了支持美国的顾客，该公司还进行了提供新技术和提高技能水平的研修。Jim Davis先生自信地表示，“当顾客不清楚加工方法或想要生产更快速、便宜的零部件时，我们会提供最佳的加工工序。”

Jim Davis　Willemin-Macodel公司 Applications Manager

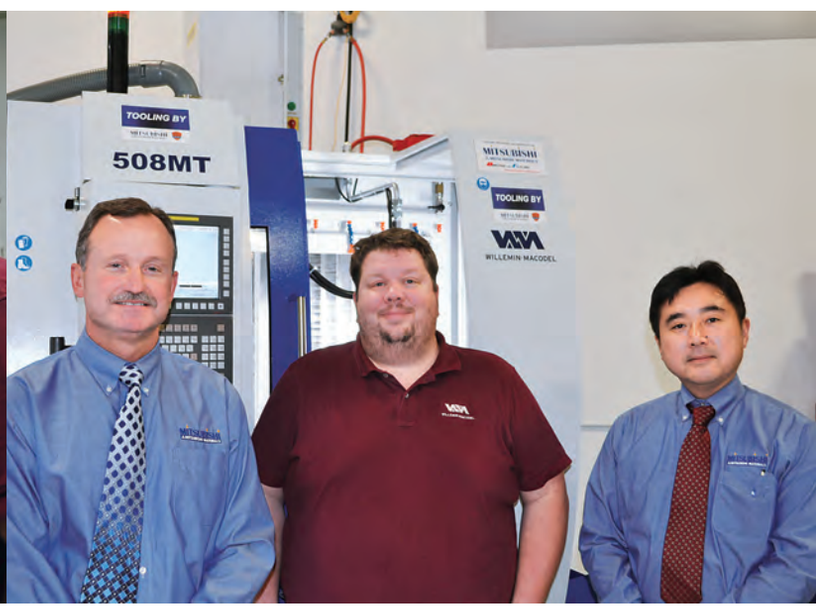
高品质、高精度是保险

Jim Davis先生见证着瑞士车床加工业近20年来的发展，已经成了这个行业的专家。三菱综合材料给他留下了怎样的印象呢?“用一句话来概括就是，它帮我们将机械能力发挥到了极限。三菱综合材料的刀具材质在耐热性、耐磨损性方面品质出众，并具有耐缺损性，因此可进行高速、高进给加工，这一优势具有广阔的应用前景。此外，刀具的锋利度和使用寿命也很出色，且磨削精度高，可获得高精度的加工面。使用其它公司的立铣刀时，需进行二次精加工才能获得良好的加工面，而三菱综合材料的产品则不用。真可谓是全球最顶尖的刀具！”Jim Davis先生还补充到，“在使用瑞士式小型CNC自动机床的车床加工过程中，开孔后的精加工及螺纹加工时常会使用镗杆和螺纹立铣刀。如果使用低廉的钻头，一旦前工序加工的钻头折损，将导致镗杆破损，螺纹立铣刀也破损时则会像多米诺骨牌一样全部故障。该现象称作“反装配”，这意味着钻头质量重于一切。在这一方面，使用三菱综合材料提供的高品质钻头就相当于上了保险。了解其高品质、长寿命的特质，就可放心使用。”



制造现场需要的刀具

提高医疗零部件的精度对患者具有重大意义。若植入件精度较高，则手术时安装方便，可减少重复微调次数和手术时间，减轻患者的负担。这意味着尽早生产更稳定的零部件将带来进一步的成功。Jim Davis先生在谈到本公司对医疗行业的贡献时说：“医疗行业的生产重点与汽车及宇宙航空行业不同。宇宙航空产业用零部件的工件单一，同一零部件可使用数百个刀具，刀具本身则使用同一产品。零部件也非常大。汽车用零部件要求极高的生产效率，常会在换班时被迫变更刀具。另一方面，医疗行业则需在同一设备上加工少量多品种的产品，比如这一品种要30个，那一品种需20个，还有其它两类品种分别需要加工15个……重复的加工和工序变更需要大量的调整时间。医疗领域中，效率往往比性能更为重要。如果装配前了解使用的是高可靠性的刀具，则无需测试最佳条件及加工精度等。装配后即可开始作业，从而节省整体时间，获得更好的效果。另外，在生产30个零部件时，如果每个零部件节省1分钟的周期时间，整个工序就能节省30分钟。而省去用于调整的整天时间，则是更大的时间节约。这样一来差别非常大。美国生产现场的加工时薪约为300美金，牙科用的时薪则约为750美金。真可谓“时间就是金钱”！其它竞争公司的刀具基本上每加工100个零部件就需进行更换，三菱综合材料的刀具则每加工500个零部件再更换即可。单是更换刀具就可节省大量时间。三菱综合材料的产品非常适用于要求微米级精度的精密零部件。直观地说，1张纸的厚度约为100微米，有些零部件则需控制在10微米的加工精度。精度要求极高。此外，小件精密装置中存在多个孔及形状加工，重要部分均需进行测量。在此类高精度加工中，刀具的切削性能和刀柄精度等整体品质会导致巨大差异。三菱综合材料的高精度产品将会显著提高作业品质。”



今后的医疗设备

“今后，基于机械加工的精加工将会剧增。此外，使用3D打印机制作人工股关节构成零部件Hip-Ball及Hip-Cup等需求势必也会增加。最近，也有通过3D打印机用金属材料制成的昂贵Hip-Cup。要说3D打印机的缺点，就在于它无法获得精加工级别的精度。今后，随着3D打印机的利用，平滑且具光泽度的高精度高品质零部件加工将会更加频繁。同时许多医疗零部件必定会变得更小、更精密。”

HISTORY OF MITSUBISHI

第 3 期

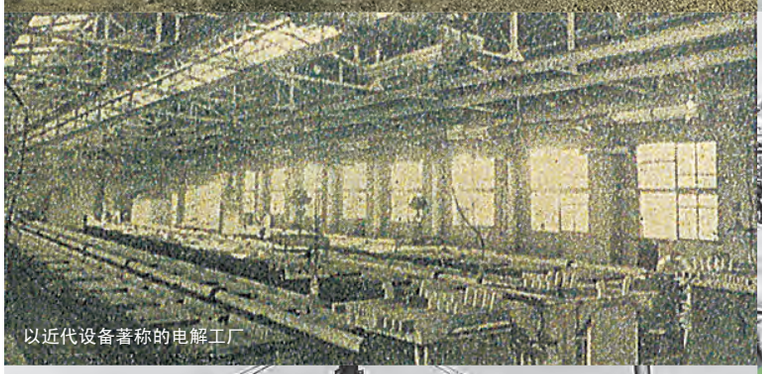
符合当地需求的锌工业发展基地

秋田制炼所

1953(昭和28)年，三菱金属矿业(株)(本公司前身)肩负战后复兴重责，为了满足对锌的需求，集中最新技术在秋田市设立了秋田制炼所。公司因利用充沛的电力资源生产高品质电解锌而迅速壮大，但在1980年代遭遇了电费上涨、金属价格低迷等困境，被迫于1996(平成8)年停止了生产。如今，利用大范围的占地面积，综合材料集团各公司积极拓展事业。其中，日本新金属(株)开展了用于硬质合金刀具的钨的循环事业，其对本公司而言意义重大。

秋田制炼所的动工仪式(1952年)

当时开始生产时的秋田制炼所(圈内为中山初代所长)


以近代设备著称的电解工厂

“再次挑战秋田”的弓形标语牌(1979年)

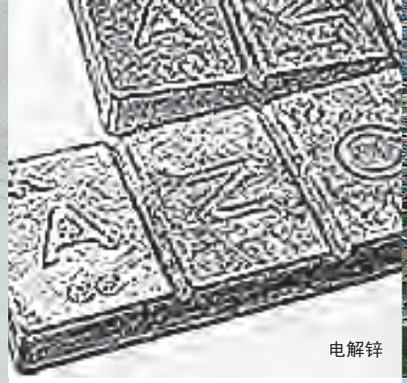
肩负对战后复兴的期待 建设新制炼所

锌与铜用作合金、黄铜的历史可以追溯至公元前，15世纪发明的提取锌单体的制炼(冶金)法，于20世纪被引入日本。它以利用锌的特性在钢板上镀锌(镀金)的“白铁皮”为主，热浸镀锌防腐蚀材料等对此的需求不断增加。三菱矿业(株)(本公司前身)于1934(昭和9)年，在直岛制炼所和细仓矿业所开始了锌的制炼。但直岛制炼所在停战时停止了生产，细仓矿业所的月产量减少至600吨左右。转机出现在战后。生野、明延两家矿业所的锌精矿产量不断增加，在1950(昭和25)年朝鲜战争的影响下，锌的需求量大增，次年设立了用于新建筹备已久的锌制炼所的“四日市工厂临时建设总部”。但用地问题并未得到解决，最终决定将工厂建在受到当地热情邀请的秋田市。电力约占锌制炼费的35%，锌制炼所可在尾去泽矿业所小又川水系发电所获得低价电力，而制炼锌所产生的硫酸则可成为邻近东北肥料(株)(三菱综合材料电子化成公司的前身)的原料，这也成了位置选择的决定性因素。

顺应高速成长时代 需求量增加的潮流

秋田制炼所于1953(昭和28)年11月，在三菱金属矿业社社长羽仁路之的带领下，举行了从美国Dollar公司引进技术的最新流动焙烧炉的开炉仪式。矿业研究所的永野健技师(原本公司会长)等人完成了对流动焙烧炉技术的全面研究。10年后，此项技术在从事水泥事业的东谷工厂得到了应用，从而促成了日本首个SP锅炉的成功运行。随着象征战后复兴的新制炼所的快速落成，从直岛、细仓、尾去泽等地迁至秋田的诸位员工兴致勃勃地开始了工作。最初的月产量只有560吨，对此公司进行了循序渐进的增产创业，所有员工齐心协力，共同应对因经济高速发展而不断扩大的需求。1973(昭和48)年3月，电解锌的月产量达到了8,000吨，公司以成为一家月

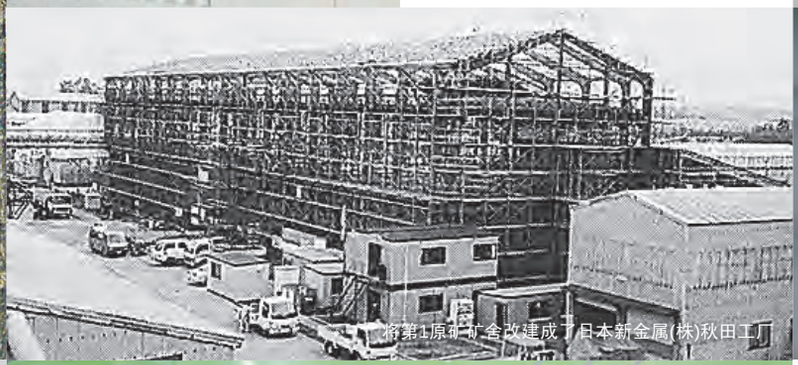
秋田制炼所的落成仪式(1954年)


电解锌

厂报创刊
当时的题字

秋田制炼所全景(1970年代)

如今的日本新金属(株)秋田工厂(2016年)


将第1原矿矿舍改建成了日本新金属(株)秋田工厂

日本新金属(株)秋田工厂的内景

在日本新金属(株)秋田工厂中工作的员工们

碳化钨粉末

再循环废料

产量1万吨的世界顶级锌制炼所为目标，不断发展。

因担负起秋田当地的发展重任而不断发展

同年12月爆发的石油冲击致使经济发展变缓，在电费上涨和金属价格低迷的进一步影响下，公司陷入了业绩低谷。全体员工众志成城，咬紧牙关开展省力化、合理化工作。此后，虽然通过劳资一体化巩固了事业基础，但在平成时代的长期不景气以及日元急速升值的接连冲击下，被迫于1996(平成8)年停止了锌的生产。在停产并完成解体工程和环保事业后由当地牵头，以三菱综合材料电子化成(株)为首，Materials Eco-Refining(株)、日本新金属(株)、(株)Diaplaza、(株)SUMCO JSQ事业部(旧三菱综合材料石英(株))等综合材料集团各公司开始联合开展事业。

作为一家硬质合金原料的再循环工厂实现进一步发展

在秋田制炼所的旧址之上，设立了生产本公司切削工具原料碳化钨粉末的日本新金属(株)的秋田工厂。秋田工厂是一家专业从事碳化钨粉末生产的精炼工厂，开展对钨精矿等原料进行粉碎、提取、粉末化的一系列生产活动。为了确保稳定生产高品质产品，而避免受易波动的原料供应情况的影响，工厂致力于回收使用后的硬质合金刀具等含钨废料提取钨的再循环事业。其再回收率占废料中所含钨的约99%，同时促进了本公司提倡的循环型社会的贡献。此外，工厂排出的水处理由现有秋田制炼所内的设施完成，从而充分利用了秋田制炼所的技术。工厂决定扩充设备以拓展再循环事业，期待实现进一步的发展和对地区活力的贡献。

CRAFTSMAN STORY

Vol.4

菅谷 宏树
刀具开发员
(项目主管)
2010年进入公司

菅原 健治
刀具开发员
1989年进入公司

一之关 修
刀具开发员
1975年进入公司

益野 智行
材料・涂层开发员
2000年进入公司

难削材车削加工用刀片
「MP/MT90」系列

彻底消除超耐热合金的切刃边界部缺损

成长型产业对难削材加工的需求量越来越大。在特殊用途及条件复杂的难削材加工中，能否提供适用性极广的最佳标准品呢?本刊采访了需直面这一问题的4位开发人员，就难削材车削加工用刀片开发项目的背景进行了提问。

难削材车削加工用刀片
MP/MT90
系列

— 请谈谈开发的背景。

菅谷　以航空产业、汽车产业、医疗产业为主的难削材市场不断发展。为了迎合这一需求，我们启动了以难削材加工为主题的产品开发项目。但是，难削材的加工材料及零部件种类繁多，所需的刀具性能也大有差异。因此，我们希望开发的标准品能符合尽可能多的条件。在这一过程中，含了解客户需求的销售部及材料开发部在内，先就主要目标进行了反复讨论。最后确定将航空产业作为此次的主要目标，于是开始着手开发最适用于超耐热合金加工、钛合金加工的刀片。

— 在实际开发中碰到了哪些难题?

菅谷　加工超耐热合金及钛合金等难削材时的切刃缺损结构与切削“铸铁、钢”等普通金属材料时大有不同。此次最大的主题就是切实抑制了切刃边界部缺损，实现了长寿命。

菅原　首先，我们对以往产品进行了详细的分析。加工难削材时的损伤会因细微的条件差异而产生程度的不同，性能评估极其困难。因此，我们在一个实验中会尽可能地增加参数，使用比平常更多的评估项目来进行分析。在这一分析过程中，我们发现最有效地抑制切刃边界部缺损的要素是前角与刃尖珩磨的大小。

菅谷　大前角、小刃尖珩磨的样品虽然可在加工初期按预期抑制边界部缺损，但刀具寿命较短。如果可以根据切削初期的刀具损伤精确地预测刀具寿命就会比较容易，但超耐热合金切削则难以做到这一点。为了实现长寿命，必须持续抑制边界部缺损直至加工结束。另外，必须确保产品能在各种加工条件下均发挥稳定性能。因此，我们反复进行了多次实验才摸索出最佳刃形。

一之关　可以说，实验就是连续的尝试与失败。为了细致分析前角大小和刃尖珩磨的大小，加快开发速度，我们在试制、形状测量、切削评估、分析方面耗费了比以往更多的精力。有一次样品完成后，愣是在精密测量室中连续测量了整整3天。开发的高效化当然离不开电脑，但归根结底关键还是在于开发者脚踏实地重复作业的执念。我们找到了适用于各前角的刃尖珩磨最佳大小。

菅谷　在经历种种试制错误后，我们设计出了3种满足市场需求的刀片，这一系列于2013年正式发售。可根据加工场景，在前角20度切屑处理优异的LS刀片、前角15度抗边界部缺损强的MS刀片和前角10度抗缺损性强的RS刀片中进行选择。发售后，刀片的锋利度受到了高度评价。而且，除了超耐热合金以外还有许多其它用途，高通用性也备受肯定，辛勤的付出终于没有白费。

益野　在材质开发方面，Al含量大大超出以往(Al,Ti)N，硬度更高且可稳定确保高硬度，耐磨损性、耐熔敷性大幅提高。与以往产品相比，性能提高了25％以上。与最佳切刃形状组合，进一步提高了难削材用刀片的性能。

— 开发过程中担心过什么问题?

一之关　在外观设计上也融入了开发者的巧思。在追求切屑流动性的同时，以机翼为原型对外观进行了设计。我们希望该产品体现出一种高性能感，并具有超耐热合金用刀片应有的外观。

菅原　该产品为车削用ISO刀片系列，备有多种形状可选。我们本想在保持原型的基本性能的同时，继续拓展内接圆、顶角、R角尺寸等各种形状，我们担心如果在这方面继续耗费时间，虽说好不容易完成了基础形状设计，但产品的发售就会推迟。因此，我们建立了用以往1/3时间进行设计的体系，以便产品尽快面世。

菅谷　此后，我们4个新手、骨干、老手各展所长，在团队中共享技术、相互支持，成了这次开发的最关键之处。尤其是一之关前辈帮我制作的“设计入门”让我受益良多，里面有很多老手的经验之谈。希望能给更多的年轻设计者阅读。今后，我将学习前辈们培育的各种技术并予以传承。

一之关　年轻团队的领导是我一直钟爱的角色，可以愉快地工作也是非常重要的。(笑)

— 有什么想对客户说的吗?

一之关　目前只销售负刀片，今后会计划扩充正刀片。在该产品推出市场后，我们发现有些客户还将其用在了小件加工上。今后，我们将考虑开展小规格刀片的开发。

菅谷　虽说产品名称为难削材用，但在不锈钢、部分钢材等的使用中也备受好评，希望大家一定要试试它的通用性。今后，我们希望能设计出更多的形状，进一步提高产品适用性，为更多行业提供解决方案。

菅原　我们已经开始致力于进一步实现各种高效化的研究。我很高兴此次培育的新技术能有助于今后的开发，并根据客户需求尽早地提供了产品。

益野　希望能继续开发新材料和新技术，为客户提供更高品质且更高性能的产品。

TECHNOLOGY ARCHIVE

不断改进的硬质合金材料技术的变迁。

不断追求硬质合金本质的技术革新史

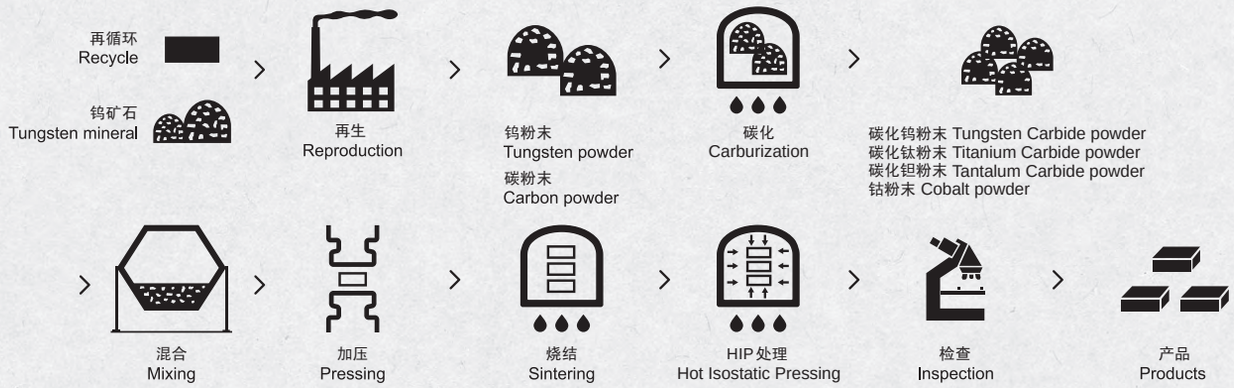
在硬质合金刀具开始普及的1989年，三菱综合材料发售了目前仍在许多制造商的刀具中使用的整体立铣刀用硬质合金材料“TF15”。此后，为了应对超小径迷你钻头等刀具的极小化，三菱公司对材料进行了多次技术革新。此次，我们将介绍整体刀具用超微粒硬质合金的历史。

CLOSE UP

硬质合金材料的制造工序

硬质合金是碳化钨(WC)与钴(Co)的合金。材料的主要成分为WC，Co则起到粘结剂的作用，WC颗粒一般越小越硬，Co量越多则硬度越低。硬质合金坚硬但较脆，设计材料时根据用途考虑硬度与粘结强度的平衡非常重要。硬质合金材料的制造从钨矿石的再生起，历经碳化、加压、烧结等过程后完成。三菱综合材料通过对硬质合金材料原材料的设计、制造、品质管理进行贯彻，可始终提供性能稳定的材料。并可将材料设计的意图反映在原材料上，因此开发自由度高，实现了引领市场的新产品开发。

硬质合金材料的制造工序 Manufacturing Processes of Carbide Materials



Part 1 1989 ~

韧性优异的万能材料“TF15”的诞生

1980年代前半期，整体立铣刀的材料仍以高速钢为主。当时尚处于硬质合金立铣刀的黎明期，市场占有率仅占日本国内总产量70万根／月的5%左右。当时使用的是三菱综合材料最初的微粒硬质合金“UF20/UF30”。其具有使用起来像高速钢但“不折损”的性能，如今看来其使用的Co合金量高得难以想象，硬度也较低。不久后随着硬质合金立铣刀开始正式普及，但主要还是归结于耐磨损性的不足，各硬质合金材料制造商开始着手开发新的微粒类硬质合金。于是，至1980年代末，各公司立铣刀材料的基本构成已基本固定。本公司为了实现可适用于各种被削材的通用性，比起硬度更注重选择可确保刃尖韧性的材料设计。并且，通过采用与集团公司日本新金属公司共同开发的超微粒WC粉末，终于在1989年发售了硬度与韧性实现绝佳平衡的强韧硬质合金“TF15”。

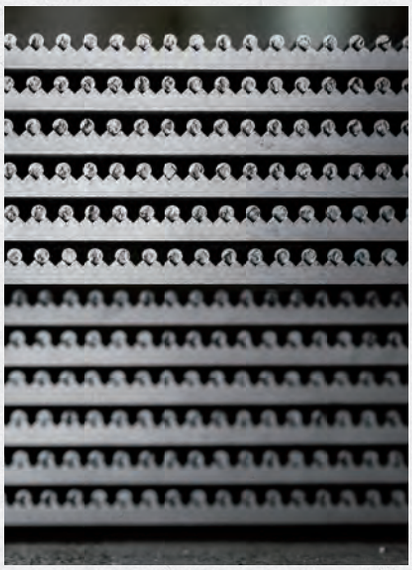
“TF15”不只是三菱综合材料的产品，为了普及硬质合金立铣刀和扩大市场。还开始向各立铣刀专业制造商销售材料。于是在销售的同时快速实现了对日本国内专业制造商的渗透。历经四分之一个世纪后，现如今“TF15”除了立铣刀外，还被广泛用于整体钻头WSTAR系列、带MIRACLE涂层的通用刀片VP15TF的母材等，已成为了支撑本公司硬质合金事业的主要材料。此外，如今全球的硬质合金立铣刀材料也是以仿制“TF15”的材料为主。这也从另一个方面证明了“TF15”材料设计的优异性。这是客户认可我们除了材料设计外，还可提供高品质即小性能偏差材料的高水平制造技术的证明。

TECHNOLOGY ARCHIVE

Part 2 1989 ~

大幅提高强度的超微粒硬质合金标准“MF10”

与“TF15”几乎同时发售的还有“MF10”，它以市场不断扩大的印刷电路板开孔用迷你钻头为适用目标。与立铣刀不同，是利用硬质合金高刚性和硬度的一种应用。对昂贵的电路板进行开孔时，需以“不折损”为大前提，并且还要求孔“不弯曲”。当时，本公司普通直径的材料为“HTi10”，小直径为“UF20”，但随着电路板的高集成化，“HTi10”被指出了强度不足的问题，“UF20”则为刚性不足，因此需要开发适用于高集成化的新材质。故而又回到了硬质合金这一原点，以实现“缺陷极小化”。属于脆性材料的硬质合金的强度取决于残留的极微小内部缺陷。硬质合金通过粉末冶金法制成，因此生产时无论如何小心，都会有微米级的微小气孔残留。为了加以改善，必须大幅改进烧结技术。而且即使解决了这一缺陷，如果组织上某部分不均匀，也会导致强度偏差。因此，本公司努力改良原材料WC粉末，并与日本新金属公司共同开发了粒度分布极窄的超微粒WC粉末。同时通过进一步改进烧结技术，成功地将微小气孔减少至极限。使兼具刚性和强度的“MF10”在小直径迷你钻头领域确立了稳固的地位。此外，作为立铣刀材料的“TF15”在高硬度钢加工中也发挥了出众的性能。高硬度用材料“MF10”和通用材料“TF15”这两种硬质合金材料就此诞生，直到今天仍被广泛使用。



Part 3 1999 ~

迷你钻头普通直径的国际标准“SF10”

到了20世纪90年代后半期，由于电子设备的广泛普及，比“MF10”目标规格更大的迷你钻头普通直径的需求逐渐扩大。同时，随着电路板硬度的进一步提高，“HTi10”需进行改良。开发“SF10”时，在小型钻头用材料向着超超微粒转变的形势下，先尝试选择了材料设计。在抑制电路板填料导致的微小崩刃问题的同时，“MF10”培育的制造技术实现了稳定强度。除了本公司外，适用于热销段普通直径的“SF10”还被许多迷你钻头制造商所采用，目前也仍作为主要材质被持续使用。

HISTORY 追溯硬质合金材料的历史

- 1970 “UF合金”发售
- 1989 强韧硬质合金“TF15”发售
  超微粒硬质合金“MF10”发售
- 1999 迷你钻头用
  通用材料“SF10”发售
- 2004 与三菱神户刀具公司(如今的明石制作所)合作，
  实现高硬度钢加工用IMPACT MIRACLE专用
  超超微粒硬质合金的商品化
- 2009 应用IMPACT MIRACLE材料技术的
  高硬度钢加工用PVD硬质合金“MP8010”发售
- 2012 超小径迷你钻头(Ø0.15以下)专用材质的商品化
  随着迷你钻头的复合化，
  材料制造技术得到大幅改进

与三菱神户刀具合作开发了超高硬度材质“IMPACT MIRACLE”

Part 4 2000 ~

2000年，神户制钢的刀具部门(如今的明石制作所)加入了三菱旗下。三菱神户刀具擅长制造高硬度钢加工用立铣刀，为了进一步发挥这一优势，公司利用其与三菱材料技术的合作，开始了改进立铣刀的项目。当时的神户制钢使用的材料为“KRZX8”，这是相当于本公司“MF10”的超微粒硬质合金。为了对应HRC60级模具钢，必须提高母材硬度，但在用于立铣刀时如何切实确保刃尖韧性成了一大课题。为了获得理想的硬度，必须将硬质合金的粒度微粒化成以往的1/2左右。由此，必须将作为原料的WC粉末微粒控制在以往的1/2以下，且粉末均粒的粒度分布也需更窄。当时，市场上并没有符合这一要求的WC粉末，因此与日本新金属公司共同开发了平均粒径为0.1μm级的超超微粒WC粉末，成功实现了硬度远超“MF10”且韧性等同于“MF10”的新材质，并将其用于2005年发售的本公司IMPACT MIRACLE系列的母材上。

Part 5 2012 ~

新一代超超微粒硬质合金的开发

目前的迷你钻头呈现两极化趋势。热销段普通直径日趋日用品化，而小直径为了提高附加价值则日趋超小径化，钻头直径已经进入了Ø0.15mm以下时代。超小径钻头的芯部只有数十μm。如果用“MF10”换算，就是不到100个WC颗粒的大小。这里的课题在于量产技术。当WC的粒度为0.1μm级时，制造难度将大幅提高。粉体越微小则越容易凝聚，反应度也越高，因此会降低合金的均质性。而且，微小钻头用材料的外部环境也发生了改变。受WC原料价格上涨的影响，从2000年代初期起，迷你钻头开始从硬质合金整体材质的整体钻头向钢柄＋硬质合金刃的复合钻头转变，2000年代后半期，除Ø2mm刀柄外几乎全部都为复合钻头。因此，材料日渐变小，直径加长化，这也进一步增加了制造难度。这使得混合技术、挤压技术、烧结技术等所有工序都发生了大幅度的技术改进，从2012年，部分用户终于开始采用新材质。也就是从那时开始了对市场的正式渗透，今后有望进一步扩大销售。

回顾开发硬质合金材料的四分之一个世纪

回顾往昔，我们又一次认识到，“必须根据原材料进行材料设计”正是我们的优势所在。一路走来，各材质的发售都伴随着原材料的开发，我们均将材料设计的意图反映在了原材料上。此外，我们相信，客户持续使用三菱硬质合金材料的最大原因就在于“稳定品质”。为了保持高可靠性，除了材料设计外，我们还需确保至原材料制造为止的品质管理和高水准的技术。材料是一切的基础，容不得半点虚假。这也正是硬质合金材料开发的奇妙和乐趣所在。今后我们希望继续开展真诚的技术合作，在保持现有优势的同时，进一步探索硬质合金的本质。

(中)开发本部　材料涂层开发中心 材料开发组组长 博士(工学) 冈田 一树 / (左)MMC RYOTEC(株) 材料事业部 筑波工厂厂长 市川 洋 / (右)同 材料事业部 技术开发员 坂本 信介(生产技术开发负责人)

ABOUT US

欧洲
技术中心

提供顶尖加工技术的欧洲教育机构

设立于西班牙瓦伦西亚的欧洲技术中心(M-VEC)。
提供行业需要的高科技制造知识，不断支持教育现场。

与总经理对话！

Stephan Hulverscheidt
MMC Hardmetal公司
M-VEC 经理

通过站在客户的定制式研修，实现零浪费的信息交换。

钻研研修体系，开展高效学习

2008年设立的欧洲技术中心(M-VEC)是在主要技术领域满足欧洲代理店、员工、客户教育需求的专用设施。生产针对欧洲市场的硬质合金整体刀具、涂层及无涂层刀片的本公司制造基地位于瓦伦西亚(西班牙)，欧洲技术中心就设于制造基地步行可抵达的范围之内，其除了具有教育机构的功能，还提供用于研究开发的切削试验、技术支持、客户咨询等多项服务。中心内部拥有1间先进的切削试验室、2间可容纳小到中等规模研修小组(最多36人)的研修室和1间刀具展示厅。这些设施将加工工序的基础理论与应用该理论的加工技术紧密结合，可应对各种需求。我们十分重视理论与实践并行，常年举办各类研修项目，讨论满足各种需求的议题。Stephan Hulverscheidt经理就设施的特点谈到：“首次引入M-VEC这一概念后，为了让参与研修的人员能最高效地进行理解，我们对各项操作进行了最优化设计，并建立了后期具有充裕扩展性的设施。此外，为了体现与其它公司技术中心的差别，并最大限度地发挥研修成果，我们对研修教材和加工设备进行了最优化，并致力于开展定制式研修和基于客户立场的活动。为此，特将前来学习的小组人数控制在一定数量内，从而提高学习效率。参与研修的人员多为各领域的专家，因此，在进行高质量技术讨论的同时还可相互交换各种有价值的信息。”目前的课程设计反映了机械加工技术的变迁、切削工具的最新动向、金属加工行业的技术革新。选出的新刀具形状及刀具材料在由客户进行实际加工前，会先在M-VEC中进行演练，从而加深客户的理解并根据需要融入客户的想法。

满足各种需求的技术支持

Eddie Melero(入社第7年)和 German Cabot(入社第3年)为该中心的机械操作员。Eddie就M-VEC的具体服务谈到：

“每年都会有想学习最新的机械加工技术、想详细了解我们刀具性能的人员来到本中心。我们也协助开展面向瓦伦西亚工科大学学生的研修会，但更主要的是为欧洲的客户及代理店提供教育和咨询。为了让客户理解刀具性能、提出加工方案，我们进行了多次试验。例如为了确立淬火钢正确开孔加工的解决方案，我们进行了多次反复试验。”接着，Eddie就具体事例进行了介绍。“曾经有位塑料零部件制造行业的客户要求我们进行顶出Ø1mm～Ø3mm的30D孔加工。在成型工序中，先将高热流动性材料灌入模具，经过较短的冷却时间后再打开模具。此时，顶杆必须切实顶出完成的零部件。插入该顶杆的孔对圆度、直径、直线度、位置公差、平滑的表面精加工等都有着极高的精度要求。在研究开发部门提供为此特别开发的试制钻头后，必须在测试最合适类型的同时找到最佳的切削条件。经过初期研究后，产品在客户的生产工厂成功地完成了最终试验，目前这些钻头被大量用于客户的这一工序中，有效提高了生产效率和最终产品的品质。这一品质出众的特供钻头在此之后已作为标准品生产。”German补充到：“本中心的最大价值在于三菱综合材料在欧洲各国的事业所员工可自由使用该设施，并可根据各种需求定制研修题材。受到认可的研修教官会根据不同情况使用教材，我们将更具体地针对参与人员的需求，提供所需的技术支持。”

最后，Stephan回顾了M-VEC以往的活动。“我们一直努力提高研修的品质、关联性及实用性。不断地与全球其它三菱综合材料技术中心(日本、美国、泰国、中国)交换技术改进及市场信息，确保与当今世界的高科技环境同步。M-VEC项目的成功证明了我们今后应扩大和加强的价值所在。

欧洲各地的客户前来学习最新的机械加工技术。

与员工对话！

(右) Eddie Melero
西班牙三菱综合材料公司
设备操作员

(左) German Cabot
西班牙三菱综合材料公司
设备操作员

M-VEC的解决方案服务

1 教育・研修

2 切削实练

3 讨论会

CUTTING EDGE

第3期

使用低频振动分断切屑

彻底改变切屑处理

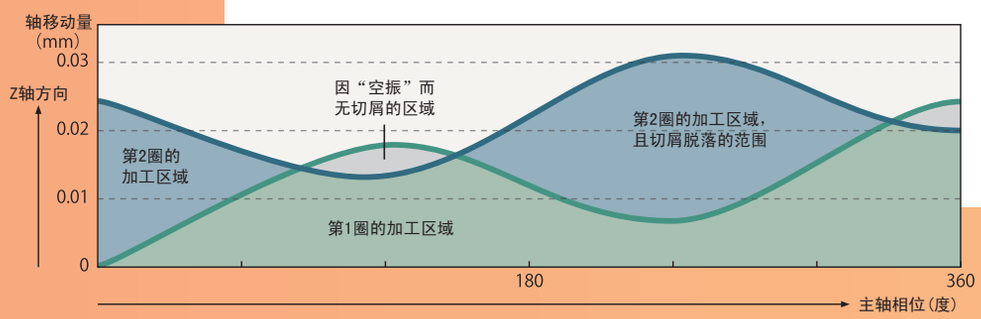
协作：CITIZEN株式会社

切屑处理是使用小型自动车床进行汽车、医疗设备、OA设备等精密小件加工的一大课题。当切屑处理不佳导致堵塞时，除了会影响刀具寿命外，还会对加工的产品表面造成损伤，甚至导致机械停工。换句话说，为了确保刀具的长寿命化、品质稳定化、提高机械运作率，熟练地进行切屑处理是切削加工的永恒主题。作为解决措施，采用了使用带断屑槽刀片、高压冷却(对加工点直接喷射高压冷却液以切断切屑)等方法。为了解决“切屑问题”，机床制造商CITIZEN MACHINERY(株)从完全不同于以往的视角出发，将视线落在了“低频振动切削技术”上。2013年秋发布的应用该技术的设备，引起了全世界的广泛关注。此次，本公司营业本部的大分义光和开发本部的佐藤晃拜访了CITIZEN MACHINERY(株)开发本部的中谷尊一先生和三宫一彦先生，就“低频振动切削技术及其未来”问题进行交谈。

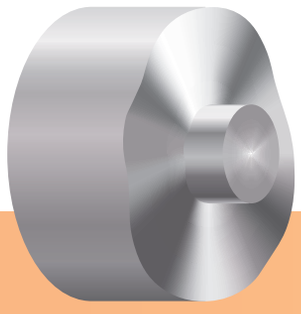
何谓低频振动切削“LFV”※?

利用CITIZEN MACHINERY(株)独创的控制技术，使伺服轴朝切削方向振动，在该振动与主轴旋转同步的同时进行切削。并且，通过在切削中设置“空振”时间，可以实现将切屑切小后间断排出的特征。由此，即使在难削材加工和深孔加工中，也可一举解决因切屑堵塞引起的问题。低频振动切削是适用于各种加工形状和广泛被削材质的通用性极高的最新切削技术。

■主轴旋转1圈的Z轴方向移动量和低频振动的波形



■切削图



※低频振动切削(Low Frequency Vibration-cutting)“LFV”是CITIZEN HOLDINGS株式会社的注册商标。

※“单个量产”是CITIZEN HOLDINGS株式会社的注册商标。

通过空振
切实切断切屑

三菱综合材料 大分　切屑问题对我们切削工具制造商而言也是一大课题，CITIZEN的机械制造是怎样想到这一技术的呢?

CITIZEN MACHINERY 中谷先生　契机是长期合作的用户给我们的提案。我们认识到加工现场中切屑的相关问题和烦恼，在断定这种低频振动切削技术可加以解决后，我们就决定共同进行开发。

三菱综合材料 佐藤　不能使机床振动按理来说应该是一种常识吧?

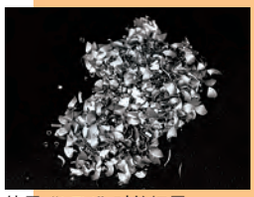
中谷先生　如何使机械不振动确实是机床的重要常识性问题。我们看到提案时的第一反应就是能否确保精度和机械能否经受振动。但另一方面，我们深感技术拥有广阔的前景，因此我们毫不犹豫地投入了该项技术的开发。

佐藤　切屑处理是制造现场中限制自动化的一大问题。切屑堵塞刀具破损导致故障的事例不胜枚举。加工面粗糙、刀具寿命变短等切屑所造成的问题都困扰着我们。

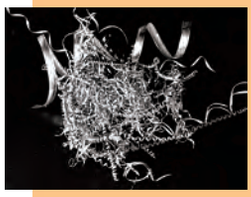
大分　在自动机床的量产零部件加工中，运作率是生产效率(成本)的关键，切屑卷绕时，切屑的流动会改变，加工纹也会变差，最坏的情况甚至会导致机械停止。切屑稳定排出时加工纹精致，加工故障减少，总体生产效率也会提高，因此我们十分期待。

中谷先生　若使用本公司的“LFV”进行切削，在切削空振时可将切屑切小排出，同时还可防止刃尖温度上升，延长刀具寿命。

使用油孔钻头的深孔钻头加工。切断的切屑通过钻头槽排出，无需担心切屑堵塞。



使用“LFV”时的切屑



以往切削时的切屑

迈向难削材不再“难削”的时代

— 2014年发售了应用“LFV”技术的2轴车床“VC03”。开发时遇到了哪些困难?

中谷先生　“VC03”的主要特点如P27的下图所示，在开发阶段，由于不能使机械振动是一个基本概念，因此如何迫使机械振动的问题让我们很是困扰。当“LFV”的振动频率与机械的固有振动频率一致时，机械整体都会共振，这会导致无法加工。因此，开发时必须注意共振频率。“LFV”除了“能切实切断切屑”外，如果加工条件允许，还有望实现“切削阻力减少”、“切削点的加工温度不易上升”、“刀具寿命延长”等目标，是名副其实的“生产革新解决方案”。

CUTTING EDGE

(图左)CITIZEN MACHINERY株式会社　开发本部开发企划部副部长　中谷 尊一先生
(图右)CITIZEN MACHINERY株式会社　开发本部解决方案开发课课长　三宫 一彦先生

CITIZEN MACHINERY 三宫先生　当全面考虑各种问题、全力以赴开发的技术解决了客户的加工困扰时，我们会颇有成就感。产品发布后，“LFV”受到的高度评价让我们颇感欣慰。

— 请谈谈对制造现场未来变化的看法。

中谷先生　CITIZEN MACHINERY自2013年起开始提倡“单个量产”※的事业理念。无论是大量生产还是加工一个个不同零部件的多品种少量生产，均以相同效率进行对应、兼顾，从而确保两者都可实现高生产效率。我们会连续不断地对应各种形状及材料的工件，因此不能通过程序对切屑堵塞进行适当调整。未来切实需要像“LFV”这样适用于所有材料、所有加工的新型加工技术。

三宫先生　更长远来看，希望目前的难削材不再难削。难削材的切屑变小而不再堵塞，部分条件下切屑容积也将从1/3减小至1/5。切屑容积的减小会使得再循环业者的卡车装载次数也相应减少，从而有助于环保。

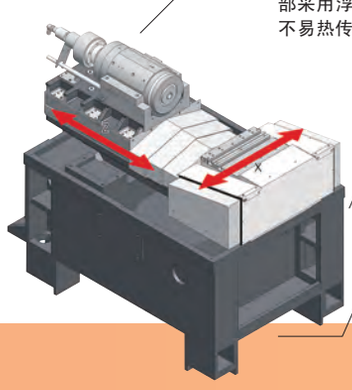
中谷先生　相信“LFV”可能会极大地改变未来加工技术的思路。在转变成以“LFV”为前提的思路后，刀具的形状及配置也将改变。以切屑不堵塞为前提后，围绕加工的各种设计将更为自由。未来将充满了各种可能。相信这也必然会催生各种研究主题，刀具制造商则也需要开展大量的研究工作。

大分　综合考虑刀具形状、刀柄配置、技术与刀具的适用性会很有趣。这项技术或许会彻底改变加工现场。

中谷先生　部分大型机在加工时必须面对长切屑的问题。为此，在开着门的状态下

“VC03”实现高精度的机械结构

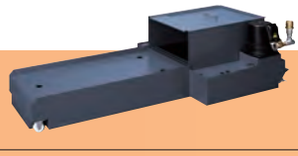
以对称加热结构的支架和机座为主，翼型机头座、另置型冷却液箱不会将热位移和形变热传递至机械主体。此外，带强制冷却功能的内装电机因没有皮带而振动小，旋转顺畅，从而可发挥出色的形状精度。通过与服务时间3.5秒的高速机械手及IN/OUT储料器等周边装置组合，可满足各种自动化需求。



■翼型机头座
主轴部仅与翼型部分滑动接触，套筒中央部采用浮起结构，因此主轴散热均匀，且不易热传导至机头座。

■对称加热结构的底座
采用左右对称结构的一体铸造型底座具有热传递方向也左右对称的优点，可消除机械发热对加工精度的影响。

■另置型冷却液箱
为了抑制吸收切削热量的切屑及冷却液产生的热影响，采用另置分离型冷却液箱，并将其收纳在支脚之间。



※低频振动切削(Low Frequency Vibration-cutting)“LFV”是CITIZEN HOLDINGS株式会社的注册商标。
※“单个量产”是CITIZEN HOLDINGS株式会社的注册商标。

(图左)三菱综合材料株式会社 加工事业公司 营业本部 部长助理 大分 义光
(图右)三菱综合材料株式会社 加工事业公司 开发本部 钻头・超高压开发中心 佐藤 晃

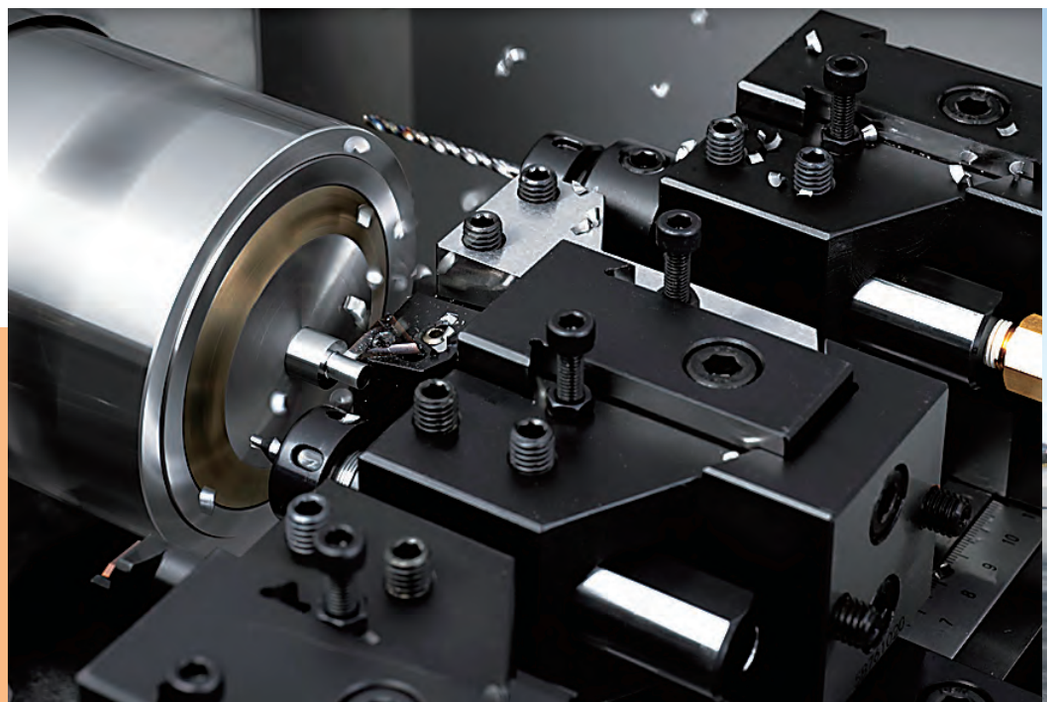
低频振动切削机“VC03”

拉出切屑并同时进行加工等操作存在安全隐患。考虑到不能因切屑堵塞而导致昂贵的被削材损伤等浪费情况出现，因而必须进行此类作业，但这种危险行为会面临受伤的风险。使用“LFV”技术后消除了切屑问题，机械将无后顾之忧地自动运行。对于通过VC03开始销售的“LFV”技术，今后我们将继续开发以应用于本公司的其它机型，因此其适用的工件范围也将不断扩大。

佐藤　我们也将站在客户的立场上进行刀具的开发，希望能提供革新全球加工现场的新型加工方法。

大分　本公司组建了尖端技术开发小组，希望今后也能充分利用该项技术。年轻的开发人员也已在开始挑战刀具的开发工作。

佐藤　“LFV”若能切实确保机械的切屑排出，则可能会出现一批在刀具上附加原本所需性能的新刀具及“LFV”专用刀具等全新产品。今后我们会将这种新技术和机床的改进纳入其中，继续致力于开发有助于加工现场作业的刀具。



培育和谐

WA

浮世绘

葛饰北斋“富岳三十六景”

浮世绘作为日本的传统美术而闻名于世。其源于日本闭关锁国的江户时代天和年间(1681～84年)，由江户(东京旧称)一带的平民百姓所创造。

“浮世”在日本古代一般写作“憂世”，表达了认为“此生”痛苦而短暂的厌世情绪。但进入江户时代后，在这短暂无常的世上不如享乐度过的想法在百姓中蔓延开来，“憂世”一词变为了“浮世”这一表达“享乐之意”的词汇。这种想法也波及到了美术界，画家们开始描绘人们的日常生活等当前社会的风俗及话题。多数画通过木版画的形式大量生产，并逐渐朝着描绘百姓娱乐活动的浮世绘发展，这对全世界来说称得上是大众文化的先驱。

当时，百姓的娱乐以花街柳巷和戏剧为主。这在浮世绘中用“美人画”和“役者绘”描绘，作为流行时尚刊物和歌舞伎演员的肖像画，短时间内就在平民百姓间流传开来。同时，到访江户的人们在回乡时喜欢购买精美又轻便的浮世绘作为特产带回，因此其它地方也得知了浮世绘的存在。

浮世绘在起初时是只用单一墨色印制的“墨摺绘”，后来人们开始尝试绘制颜色鲜艳的浮世绘，在江户中期开始大量生产被称为“锦绘”的彩摺版画。这种浮世绘由相当于当今出版社的“出版商”、绘制画稿的“画师”、雕刻木版的“雕师”、给木版上色的“拓师”合作完成。

浮世绘首次传播至海外时，日本仍处于锁国状态。当时，通过唯一存在外交关系的荷兰出口的陶瓷器等物品的包装纸上印有古代浮世绘画作，浮世绘被海外所认知。到了日本打开国门的19世纪后半期，大量浮世绘漂洋过海，在欧洲各国引起了广泛关注。目前，欧美的美术馆中仍收藏了大量浮世绘作品，从而起到了向海外传播日本文化的重要作用。

梵高是浮世绘迷?

以19世纪末日本打开国门为契机，欧洲掀起了一场名为“日本主义”的以浮世绘为代表的日本传统美术风潮。以画家为主，浮世绘深受小说家、诗人、音乐家等各类文人的喜爱，从而对西洋文化造成了深远的影响。文森特・威廉・梵高便是其中一位尤为热心的浮世绘收藏家，即使在捉襟见肘的生活中仍购买了大量浮世绘作品，位于荷兰阿姆斯特丹的梵高美术馆收藏了梵高和其弟提奥所拥有的大约500幅浮世绘作品。此外，浮世绘对他的作品也大有影响，其描绘巴黎时代友人的《唐吉老伯》的背景就绘制了以歌川广重作品为主的浮世绘。

梵高《唐吉老伯》

雕师讲究的刀具

浮世绘由出版商、画师、雕师、拓师共同作业完成。其中，雕师负责在木版上贴上画师绘制的画稿进行雕刻制版。

对雕师而言最重要的莫过于雕刻木版的刀具了。分为雕刻线时使用的“小刀”、凿线条时使用的“圆凿”、大面积凿平时使用“平凿”、凿取细微部分的“平刀”，其中小刀最为重要，称得上是雕刻的命根子。雕师会在雕刻的木版边放置磨刀石，会不时研磨刀刃以调整刀刃的锋利度。为了掌握雕刻技术，首先必须学会自由研磨刀具的技术，而彻底掌握这种“研磨”技术需学习多年。

受全世界青睐的精美浮世绘比起雕师的技术，更主要的是源于高品质刀具。

采访木版画家David Bull

积极融合新的流行与文化，进一步拓展浮世绘和传统木版画的可能性

首次接触日本的传统木版画是我28岁在加拿大多伦多的一家乐器店工作时的事情。那天，我经过一家小画廊，看到了一张写着“Japanese Wood Block Prints(日本木版画)”的海报。那是一幅绘制于江户明治时期的浮世绘，我被它的美所深深震撼。

为了正式学习木版画，我在35岁时移居了日本。我一边在英语会话教室任教，一边钻研对浮世绘等传统木版画的复刻。从移居日本的第3年也就是1989年起，我开始用木版画复刻江户时代浮世绘大师胜川春章的《锦百人一首AZUMA织》，耗时10年时间，由此踏上了木版画家的道路。经过10年的努力，终于于1998年完成了复刻，当时有众多客户和新闻媒体等参观了展览会。

如今，我除了复刻江户、明治时期的浮世绘外，还创作了许多自己的作品。大约4年前，发表了由定居美国的插画家Jed Henry绘图、我雕刻的《浮世绘英雄》。该作品用浮世绘的形式描绘了日本名著中的对打场景。融合了日本大众文化与传统木版画的《浮世绘英雄》在海外人气甚高，我们在网上接到了以美国为主的约60个国家的订购。

在当今世上追求“浮世”是浮世绘的本质所在。在江户时代从事浮世绘制作的人们走在时代的前端，敏锐地捕捉风俗及话题，在表现手法上也经常尝试新式技巧。我们也将积极融合新的流行与文化，进一步拓展浮世绘和传统木版画的可能性。

人力车比赛(Rickshaw Cart)

狐狸与月亮(Fox Moon)

世界各国订购的作品集

David Bull (戴维・布尔)
木版画家
“木版馆”代表 / “溪流工作室”主创

1951年生于英国。5岁时移居加拿大。28岁时初识日本传统木版画。1986年移居日本。1989年起耗费10年，以木版画形式完全复刻了江户时代浮世绘大师胜川春章的《锦百人一首AZUMA织》，引发了巨大轰动。2014年在浅草设立了“木版馆”。与画师、雕师、拓师合作，精心制作江户时代作品的复刻版及原创浮世绘等新作品。

打破常识

“在旅途中停车确认地图”、“确定具体地点和时间后再会合”、“打电话确认是否收到了传真”，这些在我踏入社会的20年前被认为是理所当然的“常识”在如今已被打破。

在下个20年后，打破常识的速度将越来越快。在日本认知度不高的人工关节及脊髓植入件在今后或许会变得十分普遍。随着人工关节功能的增多，人们的可动范围变广，体育界或许会制定新的规则加以应对。

让难削材不再难削。是机床制造商及刀具制造商为主的众多工程师日夜奋战的一大难题。当今时代或许还有人抱着“脱离俗世”的想法。而无论在哪个时代，都是由那些满腔热血的变革者来改变时代。20年后，再次读起这篇编辑后记时，希望难削材已成为了过去。希望我们能为打破难削材难以切削这一深入人心的常识而尽到自己的一份绵薄之力。

编辑部 小泽 英之

Your Global Craftsman Studio Vol.3
2016年9月发刊
编辑发行部门：
三菱综合材料株式会社
加工事业公司
战略部

严禁转载包含本刊的文字、图片等在内的所有报道内容。此外，文中出现的MIRACLE是三菱综合材料的注册商标。

三菱综合材料不单是「工具制造商」。
作为生产制造的专家，我们的使命是全力以赴
协助每一位用户不同的课题，为您事业的成功领航。
为此，我们愿成为世界独一无二的，为您而存在的「工具工坊」。
这里将作为：与顶尖的技术和产品邂逅的“场所”。
无论何时何地，都能迅速提出解决方案的“场所”。
集聚世界最新情报，充满了惊喜的“场所”。
在这个工坊，我们和您共同思考、创新、分享感动，
提供适合每一位用户的解决方案与服务。

您的、世界的、综合工具工坊。

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

三菱综合材料

微信公众号：MMC-TOOLS

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

【标识的寓意】在象征地球的圆上，人与人手牵手的图案。
设计中倾注了在全球各领域中，“用户”与“三菱综合材料”手牵手成为一体，共同成长的愿望。
图案的整体轮廓，隐约显现了“切削工具”的形状，又可以看作三菱综合材料的英文名首字母“M”，还表现出“火焰”象征了对生产制造的热情，将多种寓意集合在了标识的设计中。

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

EXP-15-E008
2016.09Sep Printed in China EK(6C)

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