

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO



Made in Japan

~ 向天空发起挑战 ~



为了成为 更贴近用户的存在

我们出于“向大家介绍三菱综合材料充满感动和期待的世界”的初衷，创办了本刊。

在“为了人类、社会和地球”做出贡献的企业理念下，作为工具制造商，对大家的顺畅作业、生产效率的进一步提高和新加工技术的创新做出贡献是我们当仁不让的使命。我们深刻认识到，为了履行这一理所当然的使命，我们不能仅仅作为工具制造商，而需要成为为每位客户提供相应的最佳解决方案和服务的“综合工具工坊”，让客户时刻感受到我们就在身边。本刊“Your Global Craftsman Studio”也是作为“工坊”的一部分呈现给大家。在本刊有限的篇幅中，汇集了时事新闻、融合了多年经验和创新的新技术、开发者寄予新产品的想法、世界各国热点信息等内容。本刊并非单纯的介绍产品的宣传册，而是传递大家感兴趣的题材以及加深交流的一部分。本刊的重点在于传达出版者的想法。我们希望这里的一字一句都可以为各位的工作，生活增添一份色彩。大家

的期待和感动是多种多样的，即便没有立刻对我们的提案或本刊的内容产生兴趣，也请尽管向三菱进行咨询和提问，我们会尽最大的努力为您解答。

本公司全体员工为了让大家更加充满激情与活力，将通过综合实力满足大家的需求，为大家提供最佳解决方案和服务。这里仅仅是通向新篇章的开始。

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



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

VOL.1 STORIES

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO



3-8

照片提供：三菱航空机株式会社

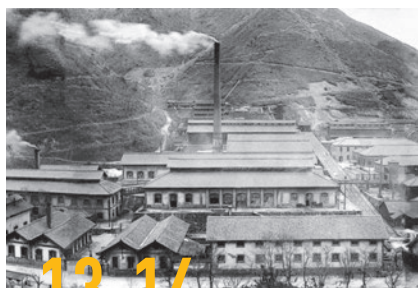
EYE on MARKET

- 航空产业和难切削材料加工 -



9-12

FOCUS on PERFORMANCE

先进的制造工序
研究中心 AMRC- 推动航空产业的发展
带来变革的三菱综合材料 -

13-14

HISTORY OF MITSUBISHI

跨世纪的培育
与三菱的羁绊

- 生野银山 -

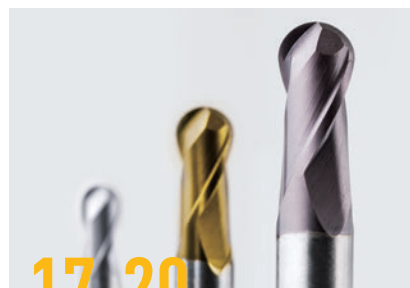


15-16

CRAFTSMAN STORY

孕育制造业灵魂的
革命性连接机构

- 刀头可换型立铣刀 "iMX" -



17-20

TECHNOLOGY ARCHIVE

划时代
MIRACLE涂层的进化

21-22

ABOUT US

三菱综合材料
的知识与技术大集结!

- 加工技术中心(日本) -



23-24

CUTTING EDGE

通过加热软化
超耐热合金

25-26

WA

鯨の流儀

云端

特辑

航天产业和 难削材加工



如今， 世界的天空 有点忙

互联网的存在让信息可以跨越时空，实时传送到世界各地。但人和物的移动在今后仍需要物理性时间，飞机可以说成为了当仁不让的主角。1995年以来，经过2次世界经济危机，航空运输(有偿旅客距离换算)以每年5%的速度持续增长。每隔15年左右实现翻倍，预计在接

下来的15年中将继续增长，尤其是亚洲的发展将领跑世界。从遥远的高空俯视欧洲，现如今遍地的民用飞机已经拥挤不堪。当下及今后，世界的天空必将变得异常繁忙。

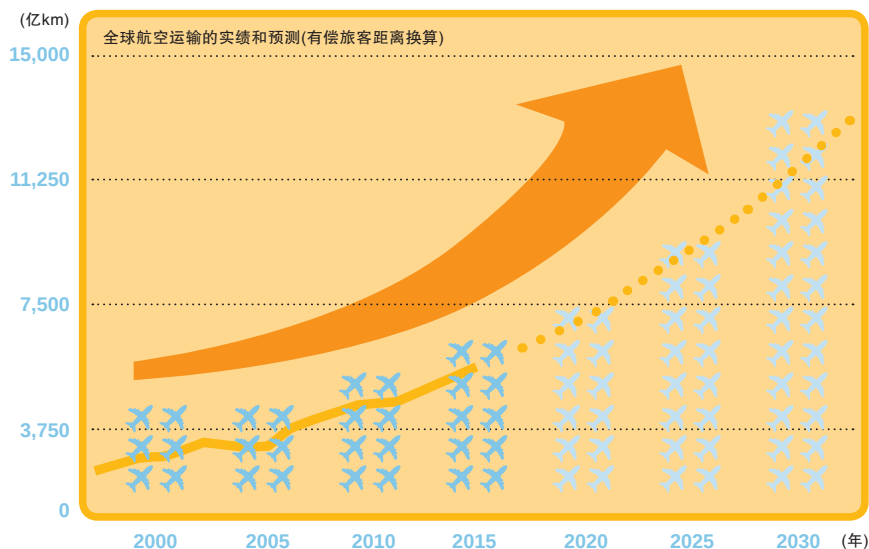


正在准备
首次飞行的

日本国产客机
MRJ

环保 舒适的 新型喷气式 客机

全球的飞机输送量未来15年中将翻倍!



来源: 参考一般财团法人日本飞机开发协会《关于民用飞机的市场预测 2014-2033》制成

飞机拥挤不堪的欧洲上空



欧洲的民用飞机飞行状况
(格林威治标准时间AM11:00)
<http://www.flightradar24.com/>



根据大陆到大陆、都市到都市、都市到地方的各种需求,需使用大中小各种客机。但如今,面临解决地球温暖化等环境破坏问题的课题,我们将迎来重大的变革期。波音787和空中客车A350等新型喷气式客机提高了钛合金和CFRP(碳纤维增强塑料)等轻质高强材料的使用比例,进一步减轻了机体的重量。并且降低了油耗,还通过采用低噪音的新型喷

气式发动机,大幅降低了环境负荷。目光转向日本,以低航运成本和乘坐舒适度为优势的三菱航空机株式会社的新型喷气式客机MRJ终于迎来了它的首次飞行。如今,全球的航线正在推进环保和舒适的新型喷气式客机的引进。



特辑

云端

航天产业和
难切削材料加工

照片提供: 三菱航空机株式会社

喷气式客机的构成材料和切削加工

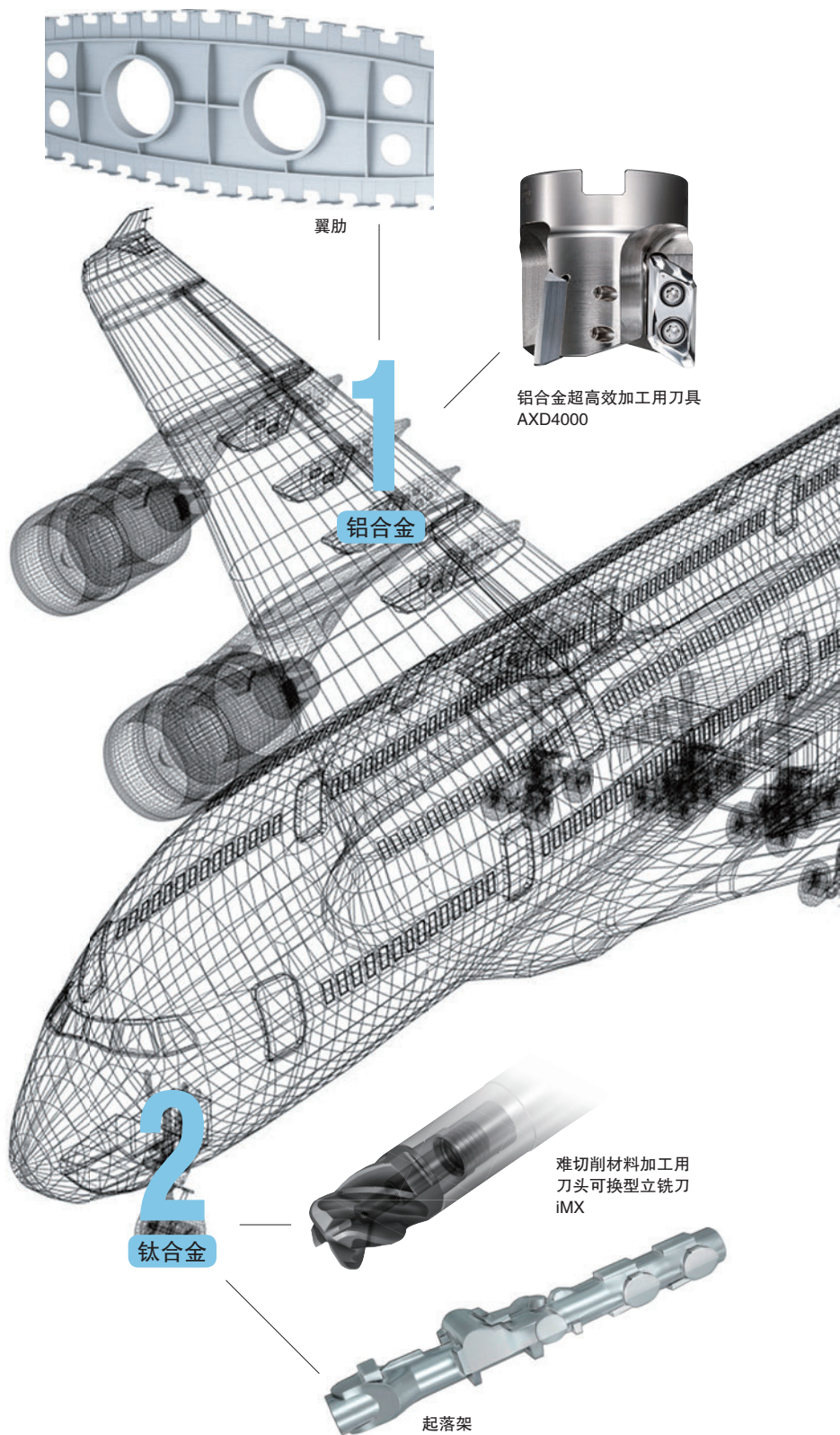
喷气式客机的零件数据说约有300~600万种，尤其是结构零件，大部分都通过切削加工制作而成。大多使用轻质强韧的材料，喷气式发动机中使用耐高温高压燃烧的特殊合金。如今，为了对这些零件进行高效率、高精度、高品质加工，应对各种切削材料的专用切削工具变得必不可少。

1 铝合金： 时速300km/h的 超高速高效加工

机体的外板及肋部(骨骼)大多使用硬铝合金(A7075)。需从大块材料中切削出薄薄的零件，将材料的90%以上切成切屑，因此争分夺秒的高效加工不可或缺。近年来，切削速度5,000m/min(时速300km/h)即每分钟排屑量10,000cm³/min的超高速高效加工已实现实用化。

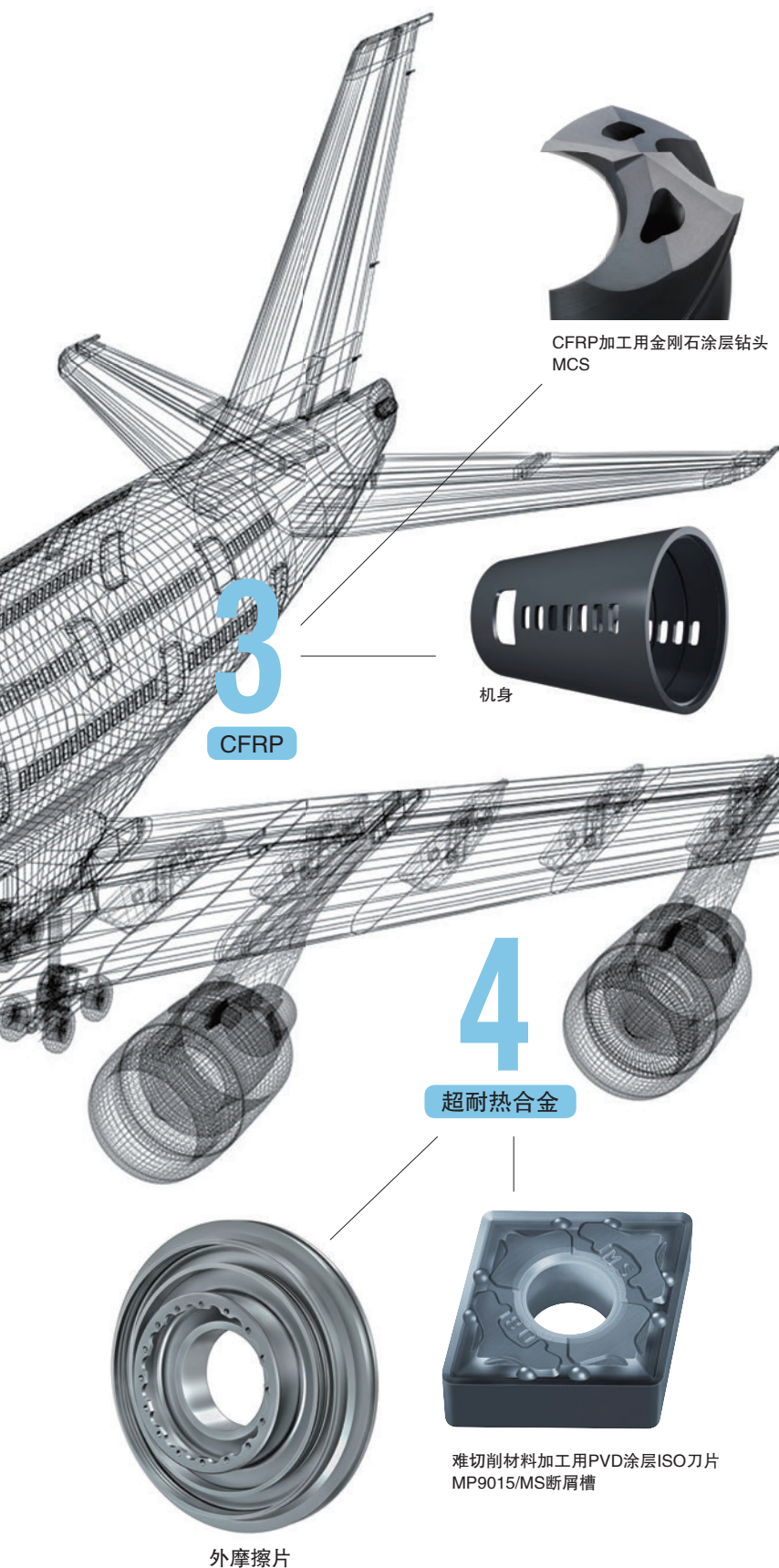
2 钛合金： 使用比例增加 高效加工成为课题

钛在400℃以下的环境中，具有金属材料中最高强度重量比(单位比重的抗拉强度)，具有轻质强韧、不易生锈的特性。可用于人工关节等用途的钛合金Ti-6Al-4V已被用于机体的舱门四周及机翼的安装部、起落架(着陆装置)等要求高强度的部位，该比例在新型喷气式客机中不断增加。由于钛合金的热传导性低、切削热量集中在刀头，因此对它进行高效加工是比较困难的。



3 CFRP： 代表21世纪的新材料

CFRP具有铁的10倍的强度重量比(单位比重的抗拉强度)，是一种轻质强韧、不易生锈的材料，自21世纪起快速普及。飞机机身等大型结构件是通过将集束碳纤维浸渍在塑料后的薄片层叠卷成圆筒状，并真空加热，可实现一体成型。由于强度极高，因此切削性差，需使用金刚石工具或带金刚石涂层的工具进行切削加工。



4 超耐热合金： 适用于严酷环境 高性能金属材料

喷气式发动机中，主要用于燃烧、排气等部位的超耐热合金是适用于在常温至1,000℃前后的高温下重复使用的严酷环境的高性能金属材料。采用以镍为基础的INCONEL®及WASPALLOY®等。由于这类材料在高温下强度也不会降低，被切削性差，并需要高水平的加工品质，因而在量产加工前需进行充分验证。

INCONEL®是Huntington Alloys Canada, Ltd.的注册商标。
WASPALLOY®是United Technologies, Inc.的注册商标。



特辑

云端

航天产业和
难切削材料加工

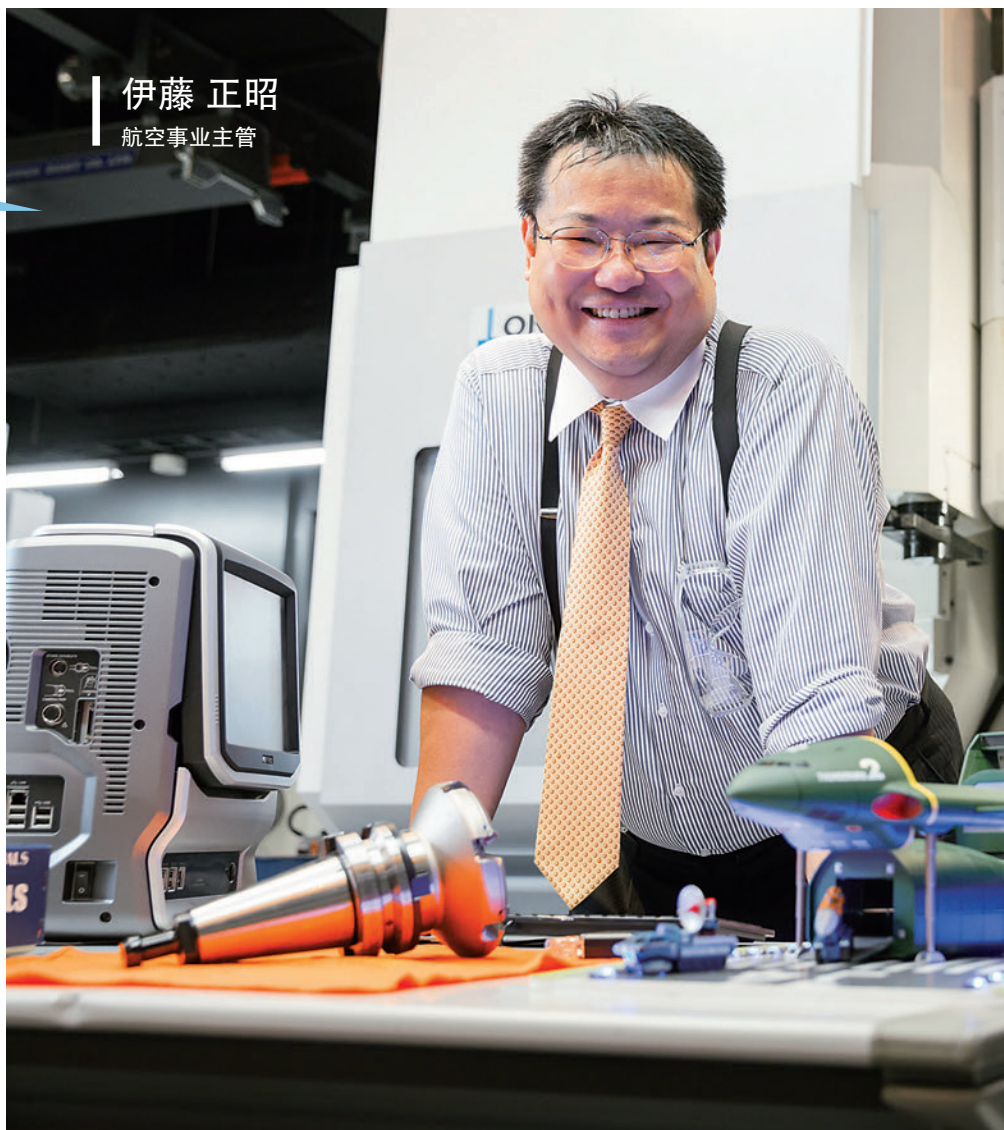
从日本走向世界 寄托于航空事业的 满腔热情

三菱综合材料自2001年起，正式着手开发航空产业用切削工具。但与先行的欧美制造商有一定差距，并在开发研究的历史中错误不断。在经历了各种艰辛后，目前已经具备了适用于各种用途的高性能切削工具，在日本、美国、欧洲、亚洲的10个国家配备了约20名专职人员，并使他们达到了可参与正在开发的新型喷气式客机项目的水平。目前，2位经验丰富的经理正努力把航空事业从日本带向世界。

以综合实力取胜

主管航空事业的伊藤正昭在机床制造厂具有11年工作经验，并拥有与业界17家公司共同建立复合机床用工具系统的ISO(国际标准)化等经验，一直秉持综合性观点处理切削加工。期间培养的技术除了应用于飞机制造商之外，还被广泛运用在机床制造商、大学和研究机构的研讨中的解决方案，伊藤称：“难切削材料的高效加工已经到达仅依靠工具制造商而无法解决的领域。”近年来，为了进一步推进航空事业的发展，战略推动全球合作关系的构建，2014年春三菱综合材料加盟了位于英国的世界顶尖研究机构AMRC(Advanced Manufacturing Research Centre)。AMRC一直在对全球大型的飞机相关制造商提出的课题进行研究，三菱综合材料的整体立铣刀在钛合金的加工中立刻受到了高度评价。目前，我们正在与世界各地的专职人员和日本的开发团队进行密切合作，不断推进新一代产品的策划设计。

伊藤 正昭
航空事业主管





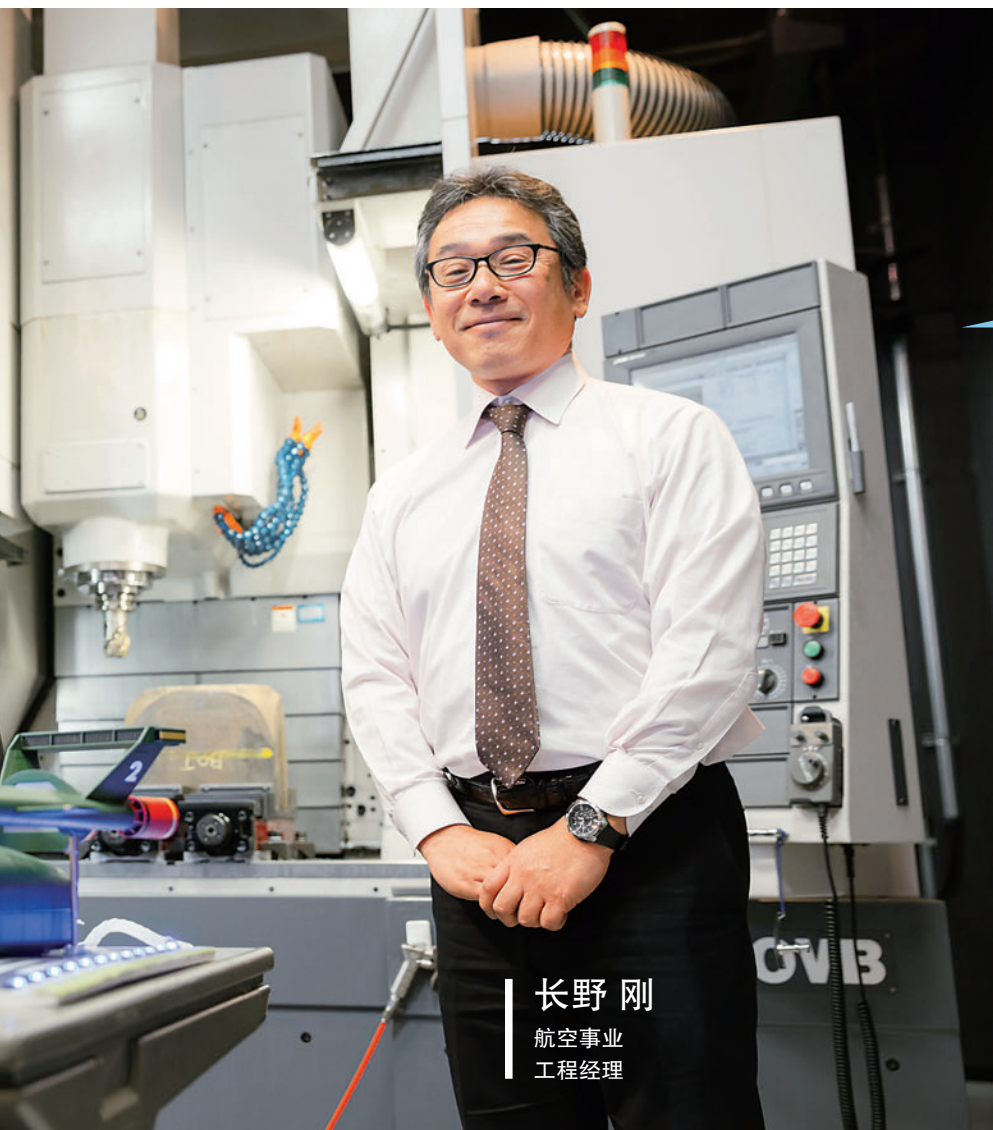
在AMRC向民用部门部长(共同创始人)
Adrian Allen先生递交加盟协议



JIMTOF2014(第27届日本国际机床展)
三菱综合材料展位上的航天产业展示



在珠海(中国)航空展的展位上
向中国媒体介绍



长野 刚
航空事业
工程经理

难切削材料 加工的专家

工程经理长野刚在进入公司的20年来，一直致力于追求切削加工技术。公司内部的开发试验、用户的委托试验及新加工技术的开发他都亲力亲为，并会不时的在世界各国的展会上将其中一部分内容进行实验展示。转战至应用工程后，长野刚以源自经验的丰富切削加工技术为支柱，赢得了飞机制造商和机床制造商的深厚信赖。长野刚以日本、亚洲为中心积极开展活动，并运用三菱综合材料的网络，对难切削材料加工的实战性技术支持和问题解决费尽心力。此外，为了展示本公司的技术，不断推进日本、北美、欧洲、中国的机床及航空相关的展会参展计划。2014年11月，在珠海举办的中国最大国际航空展中，作为唯一参展的日本切削工具制造商，成功吸引了众多参观者的注目。



特辑

云端

航天产业和
难切削材料加工

FOCUS on PERFORMANCE

先进的制造工序
研究中心

AMRC

推动航空产业的发展
带来变革的三菱综合材料

国际化发展的航空产业对于制造业而言是一个空前重要的领域，美国和欧洲各国在航空技术领域处于领先水平。拥有该行业最尖端技术的是与波音公司关系密切的先进制造工序研究中心(AMRC)。它是一个航空产业用尖端制造和加工技术的世界性研究中心。本刊创刊号访问了该研究中心，就航空产业的现状和未来以及三菱综合材料对航空产业做出的贡献进行了采访。



什么是AMRC?

位于英国谢菲尔德近郊罗瑟勒姆的AMRC于2001年，在约克郡开发公司和欧洲地区开发基金的支持下，由谢菲尔德大学和波音公司联合创办。AMRC的一系列研究中心拥有在机械加工至铸造、焊接、复合材料、3D打印技术等各个领域的专家，并为其提供专业的培训课程。此外，该中心除波音公司以外，还与劳斯莱斯公司、BAE系统公司、空中客车公司及本公司在内的80多家公司保持合作关系。其中，除本公司外，与Starrag公司、DMG森精机、日研工作所、NCMT公司、Renishaw公司为主的多家技术名企合作，实现了可达成各航空相关公司目标的技术革新。该研究中心的主要目的是在不增加机械设备和人员的前提下，更快速、更高效地生产产品。

至2032年底，航空产业在全球需要新生产29,000架大型民用飞机、24,000

架喷气式商务机及5,800架支线飞机，采购总额预计超过5万亿美元。在这种形势下，诸如AMRC这样的创新研究中心将与合作企业携手开展技术革新，从而切实应对全球航线的需求。

在此次访问中，我们首先与该研究中心的民用部门部长兼共同创始人Adrian Allen先生就创办AMRC时的雄心壮志进行了交谈。

“Keith Ridgway教授和我创办AMRC时的一个重要目的是为与该研究中心相关的所有人创造可持续‘财富’。对我们而言，‘财富’并不单纯意味着金钱，而是‘为了我们的合作伙伴，需使用高端技术的工作、价值以及创造利益’。”

“创办初期，我们制定了在一定时间内获得实际成果的目标，不过在2004年设立首个研究设施后就立刻超额完成了该目标，并在4年后实现了规模翻倍。2014年还开设了培训，第一期迎来了160位学员，到今年已经超过了400人。我们

当初的目标之一是创造具有高端技术的技术人员，这个技术中心达成了我们的这个心愿，英国涌现了一批又一批新生代技术人才。”

AMRC目前已拥有7个研究设施，最新的一个是在‘Factory 2050项目’的预定所在地。计划在2015年下半年落成的该幢建筑物预计是英国首个可以完全重组的数字工厂，加上这幢建筑，AMRC的总占地面积扩大到了38,925m²。



Adrian Allen
AMRC 民用部门部长(共同创办人)

(图右)Tom Jones
MMC Hardmetal UK(三菱综合材料)总经理

AMRC的制造现场是怎样的？

AMRC的制造现场均采用新一代制造技术，因此可谓是各行业试验最尖端技术的产业试验中心。例如，AMRC使用的切削工具是工具制造商及航空产业的主体制造商提供的高创新性工具。切削油剂、切削工具、刀柄类、CAM软件、机械加工程序及新材料加工等新技术均在这里进行极限测试。

另一方面，为了将研究成果顺利转化成量产，这里还使用行业标准的机械设备进行测试。这种方式对飞机主体制造商的优势在于，可以通过对现有切

削工具导入新寄宿和程序实现加工最佳化，从而无需影响生产即可促进改善。另一优点在于，在由航空产业主要企业规定的条件下，可对新技术进行严密的测试。

三菱综合材料在2014年春被正式认证为AMRC的会员，为AMRC提供有关切削工具的最新技术和加工方案。AMRC则会反馈由切削工具技术试验得出的所有结果。

AMRC与三菱综合材料合作的原因

对于三菱综合材料对AMRC的贡献，Adrian Allen说：“能与三菱综合材料共事我们感到很自豪，也很荣幸。日本的制造企业不断推进着世界制造业的前进，没有跟日本企业的合作就不会有今天的AMRC。”

“AMRC作为一个商业组织，本身就希望与制造业中具有最尖端技术的知名企业合作。通过合作可以提高我们的综合实力，还能促进航空产业的技术发展。三菱在欧洲也很出名，口碑非常好。三菱提高了AMRC的知名度，增强了AMRC的品牌号召力。我们不断努力以获得大众的认知及认可，争取将这种认识转变成敬意并最终促进所有合作商的发展。纵观整个航空产业，我们将继

续保持与业内尖端国际企业的合作。从而可使用最出色的技术、产品及专业知识。三菱是一家推动切削工具技术发展

的关键性公司，我们希望与三菱进一步加强合作。”



三菱综合材料可以享受的优势

AMRC具备在航空产业的国际主体制造商规定的试验条件下，对最新的技术开发项目进行测试的环境，因此AMRC的技术主任可根据主体制造商的规格提供试验结果。这些独特的多种试验条件超出了通常公司内部试验设备可

设定的条件范围。例如，AMRC中Starrag公司生产的5轴STC1250为飞机中切削加工的行业标准，具有对拥有独创槽形状的多冷却孔铣刀CoolStar进行极限测试的动态范围。



FOCUS on PERFORMANCE



切削试验

AMRC 拥有包括覆盖了机体零件、起落装置、外壳、轴、圆盘及叶片在内的加工技术组和复合材料研究中心在内多个内部研究部门。参加AMRC之初，本公司参与了钛孔形成项目的机体零件加工部门。在AMRC担任主任技师并负责三菱综合材料的先进材料应用部门的Adrian Barnacle先生说：“AMRC对作为主体制造商未来计划的项目很有兴趣。对于飞机机体的钛制零

件，主体制造商和工具制造商使用高刚性工具加工的大切深和大宽度、缓慢进给加工都费尽了心思。本公司通过低切深及将切削速度提高至最高限度，证实了可大幅削减周期时间和加工成本。由此，本公司颠覆了业界以往的常识。”

AMRC的工程师Daniel Smith先生说：“我们使用当时三菱CoolStar系列的最大20mm直径进行了试验。但行业标准为直径25mm，因此要求三菱开发直径25mm的CoolStar，我们很快就得到了回应。”

“当初，我们对VF6MHVCH(CoolStar 6刃)立铣刀进行了试验，退刀面磨损允许值虽然设成0.3mm，但在到达该值之前刀尖就发生了崩刃。此时，如果是3mm的圆弧半径，刀尖就不会发生崩刃，从而可延长使用寿命。并且切削30分钟以上，磨损仍只有0.1mm，这表明90m/min的切削速度过慢。从而得知，在将工具寿命保持在同一范围内的前提下，可将速度提高至200m/min。”

基于上述试验结果和考察，采用了具有3mm圆弧半径的立铣刀。由此，机体零件深度80mm以内的高速加工项目实现了新的飞跃，加工效果堪比以往的精加工。并且，提高了133cm³/min排屑的可能性。

“加工过程中，通过设定有效的切深量、切削速度、进给量，可降低对工具切削施加的温度和切削阻力。通过此次试验，我们证实了针对所使用的工具，在130m/min的切削速度和最大切屑厚度(Hex)为0.08mm时，可提供最稳定的加工。由此，可维持约60分钟133cm³/min排屑的切削加工。”

(图右)
Daniel Smith
AMRC 加工技术组 项目工程师

(图左)
Adrian Barnacle
MMC Hardmetal UK(三菱综合材料)



Adam Brown
AMRC 制造技术组 技术负责人

三菱综合材料为切削加工的发展带来了变革

AMRC的工程师Daniel Smith先生在关于该项目的报告中写到：“三菱开发的直径25mm的CoolStar通过控制刀尖角度和温度变化，证明了可在几乎不影响工具寿命的前提下提高切削速度。并证实了在工具直径的 $ae=10\%$ 时可将粗加工的切削速度提高至130m/min，精加工时在160m/min的速度下仍可保持出色的加工表面精度，这预示着今后通过切削速度的进一步高速化，可实现周期时间的缩短。”

Adrian Barnacle先生信心十足地说：“我们知道特别是在钛的孔加工方面，三菱CoolStar的性能远超其他公司的工具。”AMRC的制造技术组主任技师Adam Brown先生说：“与三菱综合材料合作的时间虽然不长，但在我们支持的航天宇

宙行业所需的工具开发方面为AMRC提供了显著的成果。”“十分感谢三菱综合材料尤其在定制、开发试验用工具的研究开发方面提供的帮助。得到三菱综合材料协助的研究项目及加工项目均获得了出色的结果。”

Adrian Barnacle继续说到：“航空产业近年来已成为了部分材料尤其是难削材粗加工的标杆。另一方面，飞机用户如今已在尽可能地使用同时复合形加工，以减少切削时间和库存。由于客户的这种倾向，CoolStar的高速切削将我们带入了行业的最前端。”

成果

此次的项目对AMRC和本公司双方而言都大有益处。对本公司而言，这进一步扩大了CoolStar系列的大直径产品范围，并使圆弧半径符合了航空行业标准。此外，还获得了与行业最尖端技术相关的洞察力，并可将该信息运用到将来的产品开发中。

对AMRC而言的优势在于，可加深对本公司高性能材料和刃形设计技术特征相关的理解，从而在航空产业项目中拓

展新的合作道路。对本公司和AMRC双方而言，该项目对主体制造商提出的最佳实践的相关建议具有重要作用。

Adrian Barnacle先生提到：“该项目必将促成我们的合作伙伴即主体制造商周期时间的缩短、加工表面的改善以及加工成本的减少。”这将Allen先生先前提到的“为所有相关人员带来财富”这一AMRC理念做出了完美诠释。

将来

Adrian Barnacle先生做出了如下结论：“如今，我们终于激发出了AMRC自身潜力的表层。此次原本是机体零件加工部门的项目，但我认为今后也可应用于外壳、发动机部门以及复合材料部门。目前，对于CoolStar被最优先用于钛部材小孔加工的使用情况，我们非常满意。目前，我们正在对试验将高进给的AJX铣刀用于较大的钛孔粗加工、以及将可更

换刀头的立铣刀iMX用于孔的精加工进行讨论。”

此次项目进一步巩固了AMRC与本公司的合作关系。今后，本公司将继续与AMRC并肩追求引领航空产业的最尖端技术，并将该技术提供给广大客户。

HISTORY OF MITSUBISHI

第 1 辑

通过产银肩负起日本近代化的部分责任

生野 銀山

三菱综合材料的历史源于三菱集团始祖九十九商会进驻矿业。1870年(明治3年)，以海运事业为起点的九十九商会积极投身煤矿、矿山的经营，并将其发展成了三菱的一大核心产业。下面将对通过产银支撑日本近代化的生野银山的历程，以及作为加工事业据点“生野加工中心”与当地共同发展的现状进行介绍。

以产银量丰富而著称的生野银山

从山阳新干线姬路站搭乘播但线途径约1个小时，就会看见兵库县朝来市的生野站。从车站穿过生野镇口谷谷的街道向东行驶约10分钟，即可到达“史迹生野银山”（由(株)银生野经营）。石门上彰显着生野银山曾是皇室财产的菊花勋章熠熠生辉。史迹生野银山除了拥有在坑道和矿石的采挖遗迹上建立的全长约1,000m的观光坑道外，还展出了传扬银

山约1,200年历史的珍贵资料。生野银山据传是在平安时代初期807年(大同2年)开坑挖掘的。在其后约700年后的1542年(天文11年)，但马国守护大名，山名佑丰对当时所称的金香瀬坑开始了正式挖掘。之后，经过织田信长、丰臣秀吉的直辖时代，在江户时代由德川家康设立了“银山奉行”。与佐渡金山、石见银山一起成为了幕府的重要经济来源。在8代将军吉宗时期(1716~1745年)迎来了生野银山的鼎盛时期，当时月产银量达到

了约150贯(约562kg)。据说当时有2万多人以生野银山为生。

在三菱的经营下 发展成了日本著名的银山

生野银山在1868年(明治元年)成为了日本首个国营矿山(政府直辖)，之后，作为皇室财产的生野银山于1896年(明治29年)转让给了三菱合资公司(本公司前身)，在三菱的经营下生野银山发展成了日本有名的矿山，并担负起了日本的

1930年生野银山的金香瀬井口



乘坐载人矿车进出矿坑(昭和时代的生野银山)



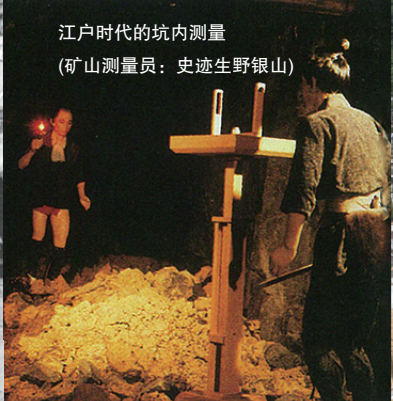
生野制作所生产的钻机1号机的钻孔作业(1955年)



选矿厂的手选作业



1920年生野银山总部全景

江户时代的坑内测量
(矿山测量员：史迹生野银山)

作为新工厂进行运作的“生野加工中心”(2015年的面貌)



“生野加工中心”的建立基于三菱综合材料年轻员工们的共同努力



货币制度。江户、明治时代年产银量约3吨，到了最盛时期的昭和时代则提高到了年均11吨。生野银山自正式开挖至封山的约430年中合计产银1,723吨。在战时的增产体制下，员工人数一度超过2,600人，当地生野镇由于银山的大好势头变得异常繁荣。但在1973年(昭和48年)，由于矿石品位降低、挖掘成本增加等原因而不得不封山，约1,200年的历史也画下了句点。如今，坑道及采挖遗迹等矿山设施为史迹生野银山注入了新的活力，

作为但马的一大观光景点，吸引了众多观光游客。

作为生野加工中心 在与当地民众稳固关系的 基础上开创新的历史

三菱综合材料加工事业公司在银山封山后人口不断减少的这块土地上，于2013年(平成25年)8月，启动了新工厂“生野加工中心”的生产作业。在长远历史中与当地民众培养起来的深厚信任

与稳固关系的基础上，目前共有15名员工在从事汽车零件加工用特殊工具的制造。三菱综合材料今后将与当地携手前行，共同创造新的历史。





CRAFTSMAN STORY

Vol.2

坂口 光太郎
试制操作员
1998年进入公司

松本 俊哉
生产操作员
(当时的试制操作员)
2004年进入公司

畔上 贵行
开发员
2006年进入公司

三园 崇宽
生产技术员
2006年进入公司

刀头可换型 “iMX” 立铣刀

由制造灵魂孕育出的革新性连接机构

刀头可换型立铣刀“iMX”系列的开发始于2001年。目前销售的产品与试制产品的形状截然不同。为了实现最高等级的强度、刚性、切削性能，历经千难万险终于开发了“硬质合金和硬质合金的两面固定”。这一成果的实现离不开新技术的确立。本刊与4名负责确立新技术的开发、生产技术、试制操作员进行了交谈。

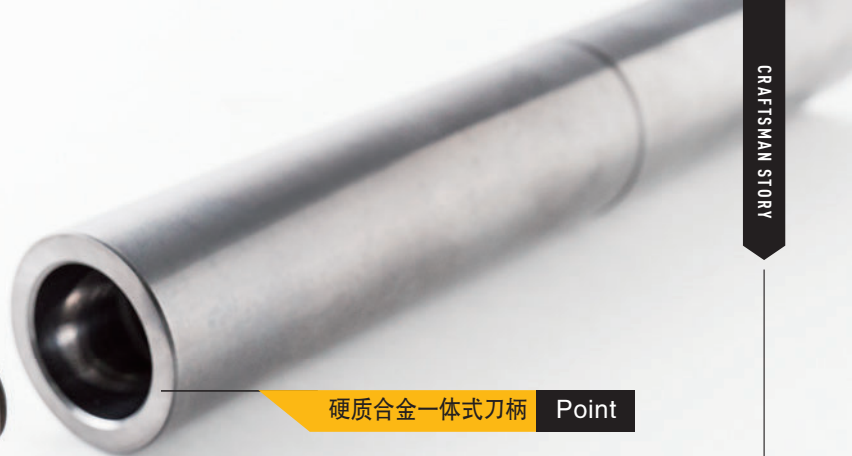


iMX

钢制螺纹的特殊接合

Point 两面固定(锥面+端面)

硬质合金一体式刀柄 Point



— 想请教一下当时的开发背景。

畔上 立铣刀可以大致分为2类。即刀头可换型立铣刀和整体立铣刀。刀头可换型立铣刀只需要更换刀头就可以获得全新的切削刃，只需更换刀片就可以获得全新的切刃，因此非常经济，另一方面，通过刀头的材种及形状的更换，可以对应各种被切削材料的加工。整体立铣刀的切削刃与工具主体为一体成型，因此具有高刚性、高精度的特点。考虑到融合两者的长处会有助于用户，于是就在2001年开始了新产品的开发。

在我进入公司的5年之前，当时的连接机构仅靠锥面接触支撑刀头，因此强度、刚性、切削性能方面的可靠性不足。在反复的试制和评估过程中，为了将强度、刚性、切削性能提高至最高等级，我们得出了在连接机构中采用硬质合金和硬质合金的两面固定的结论。坦白而言，当时那对我们来说几乎是不可完成的任务。

三园 我们清楚在由硬质合金构成的连接机构中，当螺纹部都使用硬质合金制成时，只是将刀头紧固在刀柄上螺纹就会断裂，因此也在同时开发可将不易断裂的钢制螺纹与硬质合金材料强力接合的技术。

— 硬质合金和硬质合金的两面固定真的有这么难吗？

畔上 是的。iMX系列采用的两面固定会使锥部发生弹性变形，从而使刀头与刀柄的2个端面同时接触。硬质合金故名

意义就是极其坚硬的材质，但同时又像玻璃一样脆。例如，塑料板即使稍微弯曲也会恢复原状，但玻璃板就会立刻碎裂。同样地，硬质合金在发生破损前可弹性变形的量极小，因此我们就在思考“只是将刀头安装在刀柄上，刀柄就会损坏的问题该如何解决”。于是，我们对刀柄使用了通常不用于切削工具，在硬质合金中也不易破损的材质。

松本 在试制刀柄时，我们以 $1\mu\text{m}$ 为单位对刀柄端面进行磨削来调整尺寸。使用按设计完成的尺寸进行紧固试验后，我们证实了在两面固定时，刀柄外径在弹性变形的作用下比紧固前变宽了几 μm 。

“真的做到了！”大家当时的欣喜若狂我至今仍记忆犹新。

三园 为了实现两面固定连接机构的量产，需要设定以往认为不可能实现的尺寸公差，并使用稳定加工技术。因此，我们在加工机床、测定仪、加工方法等各个领域寻找可能性，建立了量产技术。

坂口 建立量产时，开发部门提出了严苛的要求，制造与开发之间的关系一度陷入了僵局。

全员 (笑)。

— 想请教一下接合技术。

三园 iMX系列采用了特殊方法对钢和硬质合金进行接合，这也是产品的特点所在。对于像本公司一样生产硬质合金工具和高速钢工具的制造商而言，对硬质合金和钢的稳定、高强度接合是我们长年研究的课题。之前就有了对高速钢工具的刀柄部和切削部分别选用不同的钢材进行接合的技术。将新开发的连接方法应用到量产非常困难，我们从之前

明石制作所没有的、不熟悉的机械的选型、调试开始着手。为了顺畅地进行量产，我们还需要在硬度方面加以改造，这耗费了我们不少精力。

畔上 对于螺纹所使用的钢的材料，硬质合金素材的形状，我们在试制过程中出现了许多错误，我们反复进行了几百次的接合测试、拉伸试验，确保了接合强度。听到试验操作员说“这样就可以放心使用了”的时候，真的非常高兴。

坂口 连接部量产技术的确需要时间，而且上市时间定于JIMTOF2012，因此分配给切削部试制的时间很少。在有限的时间中，我们夜以继日地进行重复试制和切削试验。虽然兼顾其它工作和紧急的试制很辛苦，但开发出有助于客户的新产品时会很有成就感。

— 有什么想对客户说的吗？

畔上 自2012年上市以来，有客户已经成功地将整体立铣刀替换成了iMX。iMX是具有高强度的刀头可换型立铣刀，请务必一用。

三园 今后我们将继续保持高精度加工技术，确保客户可以使用高品质产品。iMX是应用本公司最新技术的产品。请务必一试。

坂口 目前，为了满足客户的需求，我们继续进行系列的拓展开发。请务必关注我们今后的新产品。

松本 除了标准品外，对于特殊品等我们也可迅速对应客户的需求。今后也请多多关注iMX系列。



刀头与刀柄的连接机构



左边为成品。右边为初期的试制品

TECHNOLOGY ARCHIVE

划时代 MIRACLE 涂层的进化。



无愧于奇迹之名的产品
开发过程中的挑战历史

在TiN涂层为主流的1980年代后期，颠覆过往常识的含Al丰富的(AI,Ti)N涂层膜横空出世。这就是MIRACLE涂层。下面将带您去了解改变了硬质合金工具历史的MIRACLE涂层的进化历程。

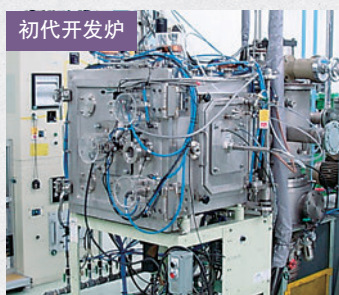
Part 1 1987 ~

担负公司命运而生的MIRACLE涂层

含Al丰富的(AI,Ti)N涂层膜“MIRACLE涂层”诞生于1987年。它是大型高速钢工具厂株式会社神户制作所工具事业部(现三菱综合材料明石制作所)在进军硬质合金工具领域之际开发成功的新型涂层膜。相对于如今司空见惯的深紫罗兰色涂层,当时的主流则是金色的TiN涂层。尽管对该涂层的技术充满了自信,但是公司内部还是抱着一丝不安的

心情,“它真的能被市场所接受吗?”之后,该涂层在1988年的JIMTOF(日本国际机床展)上进行了样品展示,并先后于1990年以硬质合金钻头“MIRACLE钻头”、1991年以硬质合金立铣刀“MIRACLE立铣刀”进军硬质合金工具领域。MIRACLE立铣刀受到了“非常棒,从没见过这样的立铣刀”等好评,使我们的担心成为了多余,在“将产能

提升到5倍”的指令下,公司采取了大增产体质。尤其是能够实现淬火后的模具材料加工这一点在业界引起了极大的冲击,这是以当时的常识所无法想象的。在淬火后以放电加工为主流的当时,通过在淬火后以切削方式一步完成加工,大幅缩短了模具制作的前置时间。这实在是创造奇迹的工具。有这样一个内幕故事,当时MIRACLE涂层的长寿命超出了公司内部的预期,导致出现了性能评估用的切削材料不够的情况。这一点至今仍是一个“困扰”,希望通过切削进行评估的涂层开发者与希望尽可能压缩成本的评估担当者之间展开了白热化的交涉。该MIRACLE立铣刀于1995年获得了日本机械学会技术奖。顺便说一句,当年一同获得该奖的还有“新干线Nozomi”。小小的立铣刀与新干线这样的庞然大物并列,这场面一定很有趣。



JIMTOF1988上发布的MIRACLE立铣刀



世界首个深紫罗兰色硬质合金立铣刀

Part 2 1996 ~

多样化MIRACLE涂层技术

凭借始祖MIRACLE涂层含Al丰富的(AI,Ti)N的最大特点,和为发挥这一特性提供支持的丰富制作技术经验,MIRACLE涂层技术开始展开到丰富多样的商品。例如60HRC以上的高硬度钢的加工。将如今在PVD涂层中广为采用的Si率先添加到涂层中的,应该是本公司率先开始的。添加了Si的(AI,Ti,Si)N涂层是对MIRACLE涂层的高硬度、高氧化起始温度的特点进一步加以完善的涂层,结合新开发的硬质合金母材和形状,使得60HRC以上的高硬度钢的加工成为可能。还有将(AI,Ti)N推广至高速钢工具领域的VIOLET涂层。对涂层业者来说,

实际上高速钢是比硬质合金还要难以处理的材料。要发挥涂层的特性,最好是在尽可能高的温度下进行涂膜,但是温度超过550℃后,高速钢的硬度就会下降。因此必须在如此微妙的平衡中进行优化。从事VIOLET涂层产品开发的每一代担当者都曾遇到过这一难关,通过将其克服达到技术上的进化。笔者也曾因VIOLET钻头的开发而多次通宵作战,所开发出的商品至今仍受到好评,当时的辛劳如今都成为了美好的回忆。



实施了VIOLET涂层的“VIOLET高精度钻头系列VA-PDS”



60HRC以上的高硬度钢的加工成为可能的“MIRACLE立铣刀VCMD”

Part

3

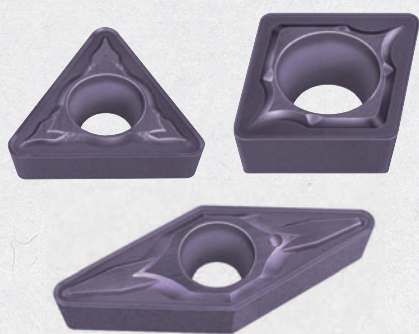
2000 ~

成为刀片、 硬质合金钻头 的主力技术

2000年，明石制作所成为三菱综合材料旗下的企业。MIRACLE涂层技术被迅速推广至刀片、硬质合金钻头 etc 三菱综合材料的拳头产品。在当时，一谈起刀片，则言必称CVD，PVD仅仅作为其补充而存在。但是，MIRACLE涂层凭借

其性能与工具形状开发，没过多久便夺取了主力技术的宝座。尤其是VP15TF通过MIRACLE涂层性能与母材性能强强联手，发挥出优异的通用性，很快就成为了刀片的主力材质之一。这是至今仍深受好评的商品之一，甚至有“只要是

VP15TF的提案就不会错”的说法。此外，MIRACLE涂层还被推广到了三菱综合材料所擅长的硬质合金钻头领域。尽管很遗憾明石制作所于1990年推出的MIRACLE钻头并未形成热卖，但随着向当时开发的三菱综合材料的ZET1钻头、乃至新形状的WSTAR钻头的展开，MIRACLE涂层终于在硬质合金钻头领域开花结果。在整体立铣刀领域，也开发出了在(Al,Ti,Si)N中融入单相纳米结晶技术的IMPACT MIRACL涂层。并且，通过与三菱综合材料的硬质合金材料技术相互融合，IMPACT MIRACL立铣刀也已经推出市场。IMPACT MIRACL系列能够切削高速工具钢，这标志着我们已经迎来了“可以用工具加工工具的时代”。



应用MIRACLE涂层的刀片
“VP15TF刀片”



融入单相纳米结晶技术的
“IMPACT MIRACL涂层”



硬质合金实心钻头
“MIRACLE ZET1钻头”

HISTORY

MIRACLE涂层进化的历史

- 1987** 在研究所中开发(Al,Ti)N涂层
- 1988** JIMTOF1988 (日本国际机床展)上首次进行样品展示
- 1990** 领先于世界 (Al,Ti)N涂层量产，MIRACLE钻头上市
- 1991** MIRACLE立铣刀上市
- 1994** VIOLET立铣刀上市

- 1995** MIRACLE立铣刀获得日本机械学会技术奖
- 1999** MIRACLE涂层基本专利获得认可
- 2000** MIRACLE涂层刀片开发启动
- 2001** MIRACLE涂层刀片上市

Part

4

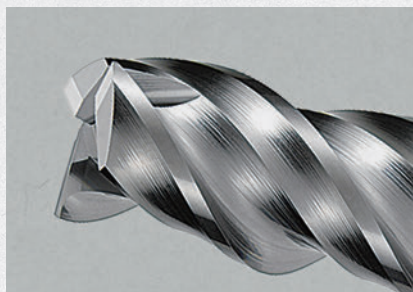
2012 ~

进一步进化的MIRACLE

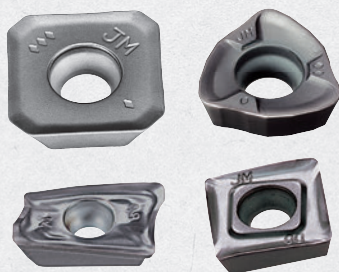
近年，在PVD涂层领域，通过针对性开发进一步发挥高性能的涂层成为了主流。此外，涂层也不再只是单单一种涂层膜，而是通过丰富多样的涂层膜成分和不同技术的组合，不断加速进化。三菱综合材料将其最新的PVD涂层技术命名为“MIRACLE Σ ”，向用户进行提案。这其中，SMART MIRACLE涂层是针对难切削材料加工用途而开发的涂层，其利用最新技术成膜的(AI,Cr)N类涂层在Ni基合金及Ti基合金等的加工方面拥有长寿命。还通过超平滑表面ZERO-

μ surface来抑制粘结现象、降低切削阻力，从而实现了令人惊讶的高效加工。如果有机会，希望大家观察实物以了解其平滑性，进行实际切削加工来感受其性能。刀片方面，发布了铣削用MP61/MP71/MP91系列共6种材质。分别针对P、M、S类所要求的性能进行了优化，是能够满足各种需求的涂层材料群。对于铣削加工的磨损和热龟裂问题，通过名为TOUGH- Σ Technology的Al-Ti-Cr-N类复合涂层加以解决。此外，在车削用途方面开发出了难切削材料用的

MP90系列。以含Al丰富的(AI,Ti)N这一MIRACLE涂层的特点为基础推进开发，进一步提升了Al含量的涂层。在钻头方面，开发出通用材质DP1020。凭借针对硬质合金钻头而优化的Al-Ti-Cr-N类复合涂层，大幅降低了棱边磨损。进而利用超平滑表面ZERO- μ surface与独创的冷却孔形状TRI-cooling技术，降低了切削阻力，大幅改善了深孔加工时的排屑性能，实现了稳定的钻孔加工。



难切削材料加工用立铣刀 “SMART MIRACLE”



铣削加工用PVD涂层硬质合金材质
“MP61/MP71/MP91系列”



难切削材料车削加工用刀片系列 “MP9005/MP9015”

爱上MIRACLE

MIRACLE涂层诞生至今已28年。对PVD涂层提出的性能要求日益严苛。为继续响应顾客对“MIRACLE涂层”这一品牌的期待，并能够在今后继续推出令顾客满意的商品，我们正积极致力于技术的进一步发展。



开发总部 涂层开发小组组长 一宫 夏树

- 2002** MIRACLE涂层海外生产启动
- 2005** IMPACT MIRACLE立铣刀上市
- 2012** SMART MIRACLE立铣刀上市
- 2013** MIRACLE Σ 启动
TOUGH- Σ Technology刀片上市
MVE/MVS钻头上市

ABOUT US

加工技术
中心三菱综合材料的
知识与技术大集结!

加工技术中心于2010年4月在日本埼玉县埼玉市成立。作为三菱综合材料的解决方案开发与提供基地，我们在加工技术中心现场为您报道。

与中心主管对话!

与全世界的技术中心同步，
以完美的客户服务为目标

为完善客户服务

关于成立加工技术中心的研究论证始于2008年。要完善客户服务，除了工具开发等硬件层面，还需要在切削工具与切削加工相关解决方案的充实等软件层面进一步加以完善。为此，我们决定集中三菱综合材料拥有的知识与技术，成立一个综合性地开展解决方案的开发与提供的技术中心。经过2年时间的准备期，加工技术中心于2010年4月成立。自技术中心成立以来，向用户提供了切削试验和运用CAM的独创性加工程序提案、电话咨询、讲座、技术服务等丰富多样的技术服务。目前，中心每月要受理约2,000次电话咨询，定期拜访约230家客户以提供技术服务。加工技术中心的强项在于拥有活跃于开发和生产技术、营业等各类现场的多样化人才。通过共享各自的高度知识与技术，使得解决方案的策划与提案更上一层楼。此外，中心还致力于通过与大学和研究机构、机床制造商等外部单位的合作(开放式创新)来进一步提升解决方案的提案力，提供

满足用户各自需求的专属性解决方案。能够做到如此地步的独特部门，在整个行业中都很难找到第二家。

成为受到用户信赖的技术员团队

为应对用户的各种需求，加工技术中心计划到2016年年底将加工中心和复合机床数量翻番。此外，中心还在推进新工具与加工技术的开发。为此，中心于2015年4月起新设立了独创工具开发小组，以开展令用户满意的梦幻工具与加工技术的开发工作。以日本的加工技术中心为起点，本公司已在美国和西班牙、中国、泰国设置了技术中心，并计划在德国、南美、印度等地设置新的技术中心。今后，我们将以日本的加工技术中心为核心，加强各国技术中心的合作，争取实现例如美国的用户在下午委托当地的技术中心进行切削试验，由中国的技术中心负责应对并于次日上午向客户汇报试验结果的这样一种完美的服务形态。中心全体员工今后将继续团结一心努力奋斗，以成为贴近用户、受用户信赖的技术员团队。

开发总部
加工技术中心
中心主管
山田 雅人

在全世界展开的加工技术中心

北美加工技术中心
美国(芝加哥)

欧洲加工技术中心
西班牙(瓦伦西亚)

中国加工技术中心
中国(天津)

东南亚加工技术中心
泰国(曼谷)

加工技术中心
日本(埼玉)

凭借技术为用户提供支持

进公司后从事营业达8年之久，2011年开始隶属于加工技术中心。目前在切削试验小组，受用户委托进行切削试验。除了机械操作外，本小组成员还要求掌握基于CAM的加工程序编程等各种技术，调动初期为此吃尽了苦头，但也因此具备了独自应对广泛业务的能力。我认为最重要的是应该始终站在用户立场上来开展业务。切削试验委托的背后，肯定有着缩短加工时间、提高加工精度和延长工具寿命等等不同用户的不同需求和困扰。我喜欢从每个用户的立场出发，准确把握用户的需求，并据此实施有

针对性的切削试验。此外，我非常重视工作的即时性，对于现场试验，总是力争当天提交试验结果报告。这不仅仅是为了用户，曾经从事营业工作的我很了解营业人员的心情，因此希望通过尽快提交报告来为营业提供后方支援。今后我们将努力提高自身的技术水平，争取成为受到公司内外信赖的加工技术中心。为赢得“只要向三菱综合材料求助，总能找到解决办法”的用户口碑，今后我们仍将继续在业务上倾注全力。在切削工具和切削加工方面遇到困扰时，敬请向三菱综合材料咨询。

提升专业技术水平，
掌握应对各种咨询的能力

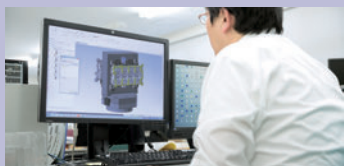
与员工对话!



开发总部 加工技术中心
荒木 洋平

不断进化的加工技术中心的丰富解决方案

1 切削试验和加工程序提案等，加工解决方案进一步充实



2 完善电话咨询和技术培训等客户服务



3 提供讲座等更简单明了的产品信息



CUTTING EDGE

第1期

通过加热 软化超耐热合金

在超耐热合金的切削加工中发挥特别优异的性能

能够用以往的硬质合金立铣刀所难以想象的速度进行切削的立铣刀，那就是正在开发中陶瓷立铣刀。以耐热性优异的陶瓷为母材，在INCONEL®等为代表的超耐热合金的切削加工领域发挥极其出色的性能。用硬质合金立铣刀加工超耐热合金时，要延长工具寿命就需要

抑制切削热，通常会将切削速度设定为70m/min左右。但是，陶瓷立铣刀则是通过切削热来软化被切削材料，因此切削速度会设定在500m/min以上。“利用热来软化超耐热合金”听起来很矛盾，但即便是超耐热合金，在1,000℃左右的温度区域其耐力和抗拉强度都会下

降，切削加工也因此变得容易。对硬质合金立铣刀来说是根本不可能进行加工的温度区域，对于陶瓷立铣刀而言则不在话下。将切削热提高到极限，排出红热切屑的同时进行加工的情景非常值得一看(参照图片1)。



开发总部 实心工具开发中心 渡边 博史

图片1 使用陶瓷立铣刀进行加工



INCONEL®是Huntington Alloys Canada, Ltd.的注册商标。

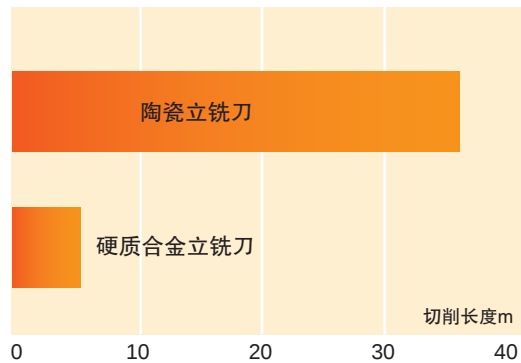
在效率和工具寿命方面 均有出色表现

陶瓷立铣刀的加工形态与其说是“切削”，不如说是“熔削”来的更贴切。尽管是在硬质合金立铣刀所难以想象的加工形态下对超耐热合金进行加工，但加工后其刀尖几乎没有明显的损伤，熔敷现象也很少见。如前所述采用耐热性优异的陶瓷为母材，因此具有在产生较高切削热的加工形态下也不会出现热损伤的特点。与硬质合金立铣刀进

行对比和寿命评估，其差距一目了然。硬质合金立铣刀在切削初期就发生了折损，而陶瓷立铣刀则可以切削至约35m(参见图1)使用硬质合金立铣刀时根本就是不可能任务的高切深、高进给条件，使用陶瓷立铣刀时则成为可能，从效率观点出发，其优势依然极为明显(参见图2)。以上列举的都是陶瓷立铣刀的优点，但这是一个问题限制了其在加工设备上的应

用。那就是需要提高切削速度以便在加工时得到较高的切削热，因此需要具有高转速规格主轴的机床。在无法得到足够切削热的情况下，将在被削材料未发生软化的状态下加工，会发生异常磨损和崩损，从而无法发挥原本的性能。在超耐热合金的加工方面发挥优异性能的陶瓷立铣刀。要最大限度发挥其性能，机床也必须具备高性能。

图1 工具寿命对比



图片 2 切削长度30m附近的后刀面状态



图2 切削条件

被削材料	INCONEL®718
使用工具	4刃圆弧立铣刀φ10×R1.25
转速	20,000min ⁻¹ (628m/min)
载台进给速度	2,000mm/min (0.025mm/tooth)
切深量	ap=7.5mm, ae=3.0mm
伸出长度	23mm
使用机械	立式加工中心 HSK-A63
切削方式	顺铣，干式

以更广泛的 运用为目标

虽说是自己开发的产品，但由于在开发之初未能找准使用方法(即加工条件)，因此不断折损和异常磨损，日子一天天过去，评估却毫无进展。后来，通

过在公司内部持续进行试验，总算看到了一线光明。今后，我还将继续推进研发，进一步发挥蕴含巨大潜力的陶瓷立铣刀的性能。

和
WA

魚の流儀



“来一份小鰯”“好的，稍等”。只要指定喜欢的食材，一份新鲜制作的握寿司就会送到您面前。隔着几案就可以欣赏到寿司师傅利落潇洒的动作也是寿司屋的魅力之一。

在19世纪的江户(现在的东京)，街上到处可见寿司屋。当时的寿司屋是很受城里人欢迎的快餐店，肚子饿了便会趁着工作间隙过来买几份带走。一份8文钱，约相当于今天的150~200日元，与上班族的午餐花费差不多。

寿司的历史源远流长，据说其原型是8世纪时从中国大陆传来的“鱼饭寿司”。将鱼贝类浸在米饭中通过乳酸发酵而成，米饭会溶解成糊状，将其去除后，只吃里面的鱼。到了13世纪，出现了缩短发酵时间并将鱼肉与米饭同食的“生鱼饭寿司”，14世纪以后，又演变为不发酵而将用盐腌制的鱼肉与米饭堆叠而成的“押寿司”和直接在米饭上淋醋后食用的“一夜寿司”。

握寿司则诞生于江户时代(1820年前后)。根据公认的说法，是华屋与兵卫发明的握寿司。当时的东京湾被称为江户前，是海产丰富的渔场。渔码头位于今天的筑地再往北的日本桥，当时这里堆满了小鰯、鲷鱼、鲈鱼、大虾、海鳗、蛤蜊等当地新鲜的鱼贝类。尽管是没有冰箱的时代，鱼也不是拿来生吃的，而是要经过水煮、腌制、烧烤等烹饪加工，费尽心思将其制成一道道美食。

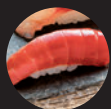
戏剧性地改变了寿司的，是于19世纪末问世的制冰技术。它使得生鱼可以长期储存，因此催生出“新鲜度”这一新的尺度，也由此要求寿司屋具备更敏锐的判断力和带出食材本身美味的技术。尤其是在战后出现的寿司配酒的全新用餐风格，促使师傅们将寿司发展成为一门为了使其在握制的瞬间达到美味巅峰而绞尽脑汁的艺术。

在寿司界，成为合格的师傅据说要花10年功夫。第一年连执刀的机会都没有，第7年才可以处理金枪鱼。通过如此严格的修行而掌握的技术大多数都是有关食材采购方面的。在顾客面前新鲜握制的姿态，不过是寿司师傅技术的冰山一角而已。

传统的4种江户前寿司

腌渍金枪鱼

(照片中最前)



腌渍是将鱼块浸泡在酱油、味醂、酒、高汤调配成的“煮切汁”中以长期保存的手法。通过酱油的盐分来去除鱼肉中多余的水分，保留其美味。金枪鱼很难处理，如果不依着纹路切，就会变得散碎。是学徒没满7年就禁止接触的高级鱼类。

鲷鱼海带

(前起第2个)



通过盐来去除游速快的白肉鱼的水分，并用海带吸收水分以长期保存的手法。水分被去除后鱼肉收紧，形成充满弹性和嚼劲的独特口感。同时，海带的味道会渗入鱼肉中，令白肉鱼也充满了滋味。海带的种类与厚度、处理时间的长短都会给口感带来极大的变化。

醋渍小鰯

(前起第3个)



新鲜光洁的鱼肉用盐和醋进行处理。醋有软化鱼皮的效果。根据季节和脂肪含量进行调味是展现师傅水平的地方。去鳞的方法和左右均等片开鱼肉的技术等，一道道细致的作业会在寿司入口时给食客带来感动。难怪人们会说从小鰯就能看出寿司师傅水平的高低。

煮蛤蜊

(照片中最后)



要将越煮越硬的贝类处理得蓬松柔软，需要在焯水后加热至六分半熟，然后将其浸泡在滚烫的汤汁中，利用余热进一步加热至九分半熟后出锅。是需要经验和注意力的食材。摆盘时淋上的“酱汁”是不断添加海鳗汤汁并三天三夜不断火而煮出的酱中极品。

鮓在日语里是寿司的意思。
寿司中蕴含的是食鱼民族的智慧和待客之道。
凝聚了日本料理的精粹。为您介绍可以吃的
艺术品中蕴含的匠人技术。

寿司的握制方法



1 用水和醋一比一的“手醋”沾湿指尖，右手取适量的寿司饭，用指尖将其搓成球形。不同的店家，寿司饭量与食材的大小也不同。



2 左手拿食材，用右手食指涂芥末。脂肪较多的食材，芥末也要稍多。



3 将寿司饭放在食材上，用左手的拇指将寿司饭压扁。



4 左手拇指抵住寿司饭的一端，手指握圆，将寿司饭的两侧轻轻压紧。同时，用右手食指从上方也轻轻压紧，使寿司饭变成成长条状。



5 将右手中指抵在寿司饭的左侧，迅速翻转(使食材朝上)。



6 使用右手拇指与中指从左右两侧轻轻挤压食材。



7 按与步骤4相同的方法再次压紧。不要用太大的力，而是轻柔地将寿司饭包在手指中间。



8 食材朝上，水平旋转180度。



9 再次轻轻压紧成形，寿司就做好了。握紧的程度以寿司送入口中后米粒随即散开为宜。

寿司的吃法



10 用筷子从上下夹住，横着将寿司提起。



11 使食材朝下，用其前端蘸酱油，然后送入口中。



12 用手拿寿司也可以。

寿司屋的礼仪

一、不要按“喜好”重复点相同的食材，而是应该尝试不同的风味。

一、为避免风味变差，做出的寿司应该尽快品尝。

一、不要光吃下酒菜配酒而长时间占位。

一、“AGARI(茶)”和“MURASAKI(酱油)”是行业术语。客人最好不要使用。

协助采访 鮓 海心 东京都港区西麻布1-15-7 MODERNFORM西麻布II 2楼 03-3401-9090



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

编辑后记

此次，“Your Global Craftsman Studio”成功刊行，值得纪念的创刊号由此得以发刊。本刊从策划到采访，得到了公司内外众多人士的大力协助，是一本相当有料的杂志。首先借此机会向各位表示感谢。

杂志发刊之际，作为编辑部，我们心中只有如下两个念头。

“要做一本令所有与制造有关的人都认为‘有趣’的杂志”。

“要向全球展现‘Made in Japan’中蕴含的激情与匠人气质”

通过此次对公司内外的制造现场的采访，令我发现了从事制造行业的每个人身上的匠人气质和对产品的激情与热爱等等平时被忽略了的惊喜与感动。希望今后能继续与全世界的读者分享编辑部感受到的这份惊喜与感动。希望这份杂志能成为您感受惊喜与感动的“舞台”。怀着这样一份期望，我们今后还会向全世界发行这一杂志。

Your Global Craftsman Studio

编辑部

小泽 英之(营业企画部)

Your Global Craftsman Studio vol.1

2015年4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

营业本部 营业企画部

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。

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

26



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

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。

【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。

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

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