

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

**THE AUTOMOTIVE
INDUSTRY**

～自動車産業の今～

VOL.10 STORIES

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO



5-8

EYE on MARKET
自動車産業の
転換点



15-16

HISTORY OF MITSUBISHI
三菱マテリアル
直島製錬所



23-24

ABOUT US
岐阜製作所
生産性だけには留まらない
品質を上げる高度自動化を実現



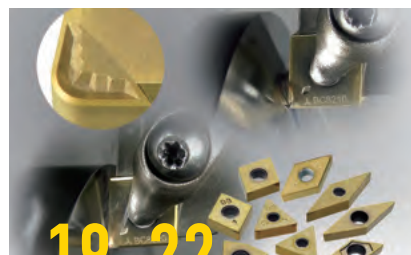
9-14

FOCUS on PERFORMANCE
ブラザー工業株式会社(愛知県名古屋市)×
三菱マテリアル株式会社



17-18

CRAFTSMAN STORY
5枚刃スマートミラクルチップブレーカ
制振エンドミル
「VQJCS/VQLCS」



19-22

TECHNOLOGY ARCHIVE
歴史と共に積み上げた
技術と知識がもたらす
CBN工具の強靱さ



25-26

CUTTING EDGE
グローバル市場でのデジタル戦略に欠かせ
ない工具デジタルデータの国際規格
「ISO13399」対応によるメリットとは?

工具屋からの視点で、 自動車産業の未来を 切り拓く！

三菱マテリアル株式会社
執行役常務
加工事業カンパニー プレジデント
小原 和生

「Your Global Craftsman Studio」も発刊から10年目で、漸く第10号となりました。創刊時の2013年は、東日本大震災やタイの洪水等で当社のサプライチェーンが切れてしまい、お客様に大変なご迷惑をおかけした時期のあとで、「復活しました。元気でやっています!」という我々の声を、何とか直接お客様、当社内部に垣根無くお届けしたい思いで発刊し始めた事を思い出します。コロナ禍などで発刊が滞った時期もありましたが、細々と続けて何とか第10号までたどり着けたことを嬉しく思います。改めて、本誌を手に取ってお読みいただいているお客様に心より感謝申し上げます。

「Your Global Craftsman Studio」の今号は、工具屋としての立場から、現在、一大変革期を迎えている自動車産業を中心に、その動向や技術の進化、協業の取り組みなどを取り上げています。この変革期における、部品の複雑化や高精度化による技術ニーズの変化やEV化のトレンドなど、

重要なテーマに踏み込んでいます。

さらに、協業を通じた新たな価値の創出や、素材技術の歴史、超高压工具や工場のスマートファクトリー化、ISO13399に関する専門的な記事もご用意しています。これらの情報は、現場での知識や経験を持つ当社従業員の叡智の結集であり、貴重なわが社の財産でもあります。

「Your Global Craftsman Studio」は、私たちが工具屋として培ってきた知識と経験を、世界中のビジネスパートナーの皆さまと共有するためのプラットフォームであり、これからも常に最先端の情報を提供していきます。

また、10周年を迎える節目にあたり、これまで情報誌としてお届けしてきた媒体や内容を見直し、新たな形で情報発信していくことを検討しています。次の10年に向けて、さらに充実したコンテンツやスタイルを追求

していきますので、どうぞご期待ください。

最後に、今号の「Your Global Craftsman Studio」を通じて、自動車産業における様々なテーマや現場の情報をお届けすることができ、大変嬉しく思います。今後も皆さまにとって有益な情報を提供していくために、さらなる努力を重ねてまいります。引き続きご支援いただきますようお願い申し上げます。

次ページへ続く



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

【加工事業カンパニー・グループ会社に所属する全てのメンバーへのメッセージ】

Reach Out ! お客様の成功への 貢献を信じて

私たち加工事業カンパニーは、お客様のものづくりに貢献できる「工具屋」として、日々努力しています。あらためて私から皆さんへメッセージをお届けします。

私たちの存在意義はお客様のビジネスの成功に貢献することです。お客様のものづくりにおいて、工具は欠かせない存在であり、私たちには確かな品質と高い性能を追求し、お客様の要求に応え続けることが求められます。お客様が市場競争に勝ち抜くために必要な生産性や品質を確保するために、私たちが提供する工具は欠かせず、これが出来ない重要な「道具」であることを忘れずに、これからも一丸となって取り組んでいきましょう。

そのために、私たちが求めるものはReach Outの気持ちです。「新しいことに挑戦する」、「周囲を巻き込む」、「仲間に、お客様に手を差し伸べる」、という事です。現代の社会は急速に変化し、ものづくりの世界においても新たな課題や

ニーズが日々生まれています。私たちはこれに対応し、常に技術の進化を追求していく必要があります。失敗を恐れず、「工具屋」ならではの新しい技術やアイデアを積極的に取り入れ、お客様の要求に応えることができる商品とサービスを仲間と共に提供し続ける機能と使命が私たちにあります。お客様と共に成長し、三菱マテリアル全体の使命である「人と社会と地球のために、循環をデザインし、持続可能な社会を実現する」ことに貢献するためには、社員とグループメンバーの一体感と協力が欠かせません。私は皆さんと共に協力し、目標達成に向けて努力することをお約束します。

そして、私たち加工事業カンパニーはこれからもお客様のものづくりに貢献し続ける「工具屋」としての存在意義を追求し、お客様の期待に応えるために全力を尽くします。私たちの製品とサービスがお客様の成功につながることを心から願っています。

引き続き、三菱マテリアルの製品・サービスが社会や産業の発展に貢献できるように全力を尽くすことをお願いいたします。私たちはお客様と共に挑戦し、お客様のものづくりの進化に貢献していく覚悟があります。皆さんと共に未来を切り拓き、成功を掴みましょう。

三菱マテリアル株式会社
執行役常務
加工事業カンパニー プレジデント

小原 和生



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

アワード受賞のお知らせ

【AWARD for Supplier Day 2023】

AWARD

NEWS
for Supplier Day 2023



積み上げてきた信頼がもたらしたアワード 世界的リーディングサプライヤーとより密な関係へ

三菱マテリアルの現地法人
MMCハルトメタル社の代表者2人が
アワード受賞の経緯を語る

50カ国200拠点、従業員8万人以上を擁するシェフラーグループが、優れたパートナー企業に贈る「Supplier Day Award」を三菱マテリアルが受賞しました。2023年のアワードは日本企業唯一の受賞であり、工具メーカーとしては日本初となる快挙です。イノベーション、サステナビリティ、コスト効率といった様々な部門があるなか「クオリティ」

に対する評価であったと現地法人MMCハルトメタル社のパトリック・ペーター氏は話します。

「私がシェフラーグループ担当マネージャーとなった2008年度から15年目となる節目で光栄なアワードをいただき大変嬉しく思います。今回はクオリティ部門での受賞でしたが、これは決して製品に対してだけの評価ではありません。作業効率化、納期遵守率、サポート体制などの具体的な数字目標や評価基準があり、それを過去数年に渡り担当チームが一丸となって達成し続けてきた結果です」と積

み上げた実績に胸を張ります。

シェフラーグループの代表者から「あなたの会社の信頼している」と伝えられたことが何よりも嬉しかったと話するのはMMCハルトメタル社の社長山住哲夫氏。「この誇らしい気持ちを、これまでに関わってきた皆さまとも共有できれば」と表彰式を振り返ります。ヨーロッパだけでなく世界各地でビジネスを展開しているシェフラーグループ。「アワード受賞を契機に、より広い地域で深い関係性を構築していきたい」と、山住氏は今後の世界展開についても期待を膨らませていました。



2023年5月ドイツのヘルツォーゲンアウラハで開催された授賞式。写真左から式典司会者、クラウス・ローゼンフェルド氏(シェフラーグループ会長)、山住哲夫氏(MMCハルトメタル社 社長)、パトリック・ペーター氏(MMCハルトメタル社 シェフラーグループ担当マネージャー)、ゲオルク・F・W・シェフラー氏(シェフラーグループ監査役会長)

「Partnership」に求められる条件

ベアリングを中心に自動車や産業機械などの部品を供給する世界的リーディングサプライヤーであるシェフラーグループ。現在、多くの課題を抱えているグローバルサプライチェーンにおいて極めて重要なものと位置づけるのが、パートナー企業との「リレーションシップ(関係性)」と「トラスト(信頼)」です。

それらは情緒的な意味合いではなく、加工効率向上や経済効率改善の数値目標を達成し続けることも大きな要素となっています。そのなかで重要な役割を果たすのが、日本から供給されるクオリティの高い製品群。「日本の技術者の皆さまに大きな感謝を捧げると共に、これからも更なる品質向上を期待

しています」とパトリック・ペーター氏。シェフラーグループからの評価は、世界各国のパートナー企業とも共有されるものであり、新たなソリューションを生み出す世界的な枠組みにも大きな影響を与えていくはずだと

自動車産業の 転換点

～注意すべきはヨーロッパスタンダードの今後～

EV化への流れは不変、 ただし動きには幅が見られる

変化するEUの動向とその背景

2021年7月、EUは政策パッケージ「FIT for 55」を発表し、2030年のCO₂排出量を2021年比で55%削減する目標を打ち出した。これに伴い自動車関連では、2035年以降のヨーロッパでの新車販売を実質的にEVとFCVに限定する方針が示された。その結果ヨーロッパでは、2035年以降はICE（インターナル・コンパッション・エンジン）車が販売禁止となる……。そんな流れが確定したように受け止められていた。

ところが、この方針にドイツなどが反対した結果、2035年以降も「e-fuel（合成液体

燃料）」車の販売が認められる運びとなった。e-fuelとはCO₂と水素から人工的につくられる燃料であり、CO₂排出量が実質ゼロ、すなわちカーボンニュートラルな燃料とみなされる。

このような動きの背景の一つとして推測されるのが、電力の需給問題である。単純にEVだけが急激に増えると、ヨーロッパでは電力不足に陥るおそれがある。そのためFCVに加えてe-fuel、さらにはPHVにも期待が寄せられている。

一方でEVに関して、急激な伸びを示しているのが中国である。ICEでは日欧米に勝てない中国は、EVでの自動車強国をめ

ざしている。なので中国では政府が補助金を出し、その結果としてEV販売は好調となっている。実際に2022年末でいったん補助金を打ち切る方針が発表されると、需要は急減した。そのため補助金継続へと再度方針転換された結果、現状では需要が復調している。

インドネシアでも国を挙げてEV化を推進している。その理由は同国で深刻化している大気汚染を防ぐためであり、政府が補助金を出してEVへの転換を進めている。その結果、同国はEVの販売台数で先行していたタイを抜いた。

自動車産業としての雇用にも配慮する日本

日本では、トヨタが2026年までにEVの世界販売台数を年間150万台、30年には350万台にまで増やす方針を打ち出している。2022年度における同社のEV販売実績が約2万4000台である現状を踏まえれば、極めて野心的な目標である。ただし、トヨタの基本戦略はEVだけでなく、水素エンジンも含めた全方位戦略と考えられている。

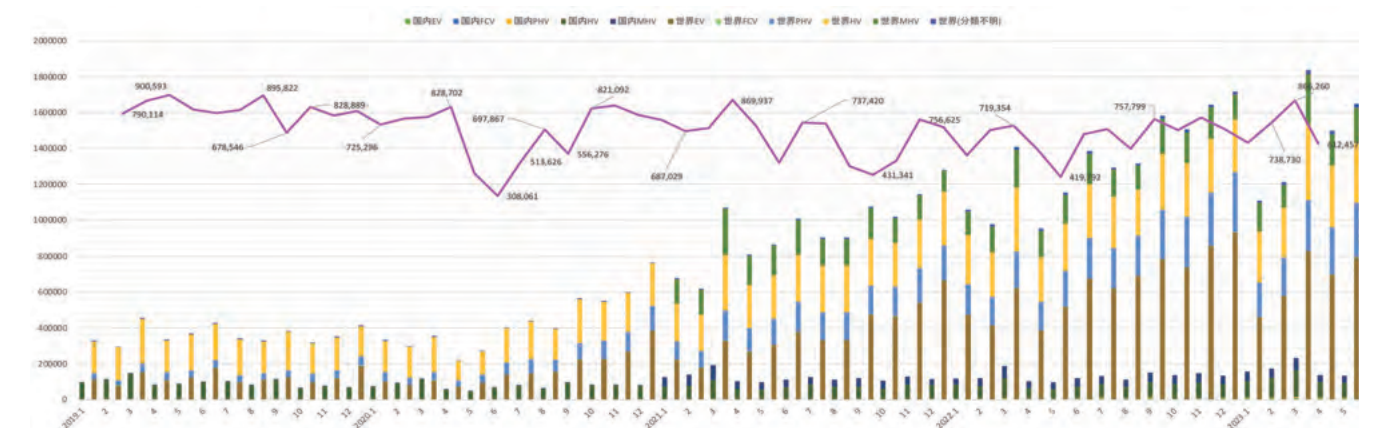
日本の電力事情もヨーロッパと同様であり、仮に日本のクルマがすべてEVに置き換われば、新たに原発数基分に相当する電力が必要となる。バッテリー用のレアメタルについても、供給不足となるおそれが否定できない。レアメタルの供給は世界的

な問題であり、2023年6月にはEUにおいて、EVなどに使われるバッテリーのリサイクルを域内で義務付ける規制案が採択された。これにより主要材料のリチウムについて2027年までに50%、31年までに80%の再資源化が必要と定められている。

日本では、EV化への急激な転換が、国内の雇用情勢に甚大な影響を及ぼす懸念もある。ICEからEVへの切り替えにより、1台あたりに必要な部品点数が大幅に減るため、自動車関連の雇用について、現状で自動車関連産業に従事する約550万人のうち、70～100万人の雇用喪失となる可能性がある。日本では自動車産業が、国内雇用

の重要な受け皿として機能してきた経緯を踏まえれば、メーカーには雇用を守る観点も求められる。

世界の状況を俯瞰的に捉えるなら、ヨーロッパにおける全面的なEV化には若干の減速傾向が見られる一方で、中国がEVにおいて世界トップを狙う動きは変わらず、日本では雇用にも配慮するためPHVも含む全方位対応のような動きも窺える。従って全世界が一斉に一律に動くといった統一的な予測は、現時点では不可能である。ただし一点、カーボンニュートラルの観点から、ICEが減ることだけは確定した未来だといえる。



特集

自動車産業の転換点

EYE on MARKET Turning Point in the Automotive Industry

カーボンニュートラル対応は不動の課題

自動車産業に限らず、カーボンニュートラルへの取り組みは、人類共通の課題となっている。IPCC(国連気候変動に関する政府間パネル)は2023年3月に第6次統合報告書を発表し、温室効果ガスの急速な削減の必要性を打ち出した。これを受けて国連のグテーレス事務総長も、温室効果ガス削減目標の前倒しを各国に呼びかけている。

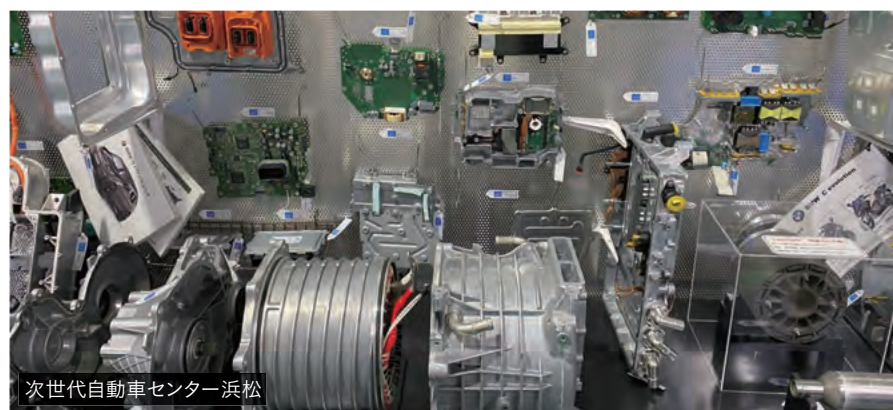
企業の取り組みも進められており、例えば米・Apple社では2030年までに、同社の

グローバルサプライチェーンに対してカーボンニュートラル達成を求めている。このような動きが今後、自動車産業にも波及する可能性は高いと考えられる。実際にヨーロッパの自動車メーカーから日本のサプライヤーに対して、パーツの生産工程におけるCO₂削減目標が提示された事例も出ている。指定された削減目標を達成できない場合は、取引停止が示唆されている。かつて工作機械における安全基準は、

EU基準を前提として制定されてきた。同様に自動車業界のスタンダードも、基本的にヨーロッパによって定められている。今後ヨーロッパの自動車メーカーから、サプライチェーンにおけるカーボンニュートラルを求められる可能性はかなり高く、パーツメーカーにはそれなりの備えが求められる。

加速するアルミパーツへの切り替え

ICEからEVへの切り替えにより、エンジンやトランスミッションが不要となる。これを象徴するのが、モーターと減速機、インバーターをパッケージ化するEV用のトラクションユニット「e-Axle」である。EVのコアユニットとなるe-Axleでは、今後もコンパクト化が進められる。e-Axleに象徴されるように、ICEで必要とされる自動車部品点数約3万点のうち30%が、EV化により不要になると考えられている。ただし一方で、e-Axleを構成するための部品など新たなパーツも必要となる。



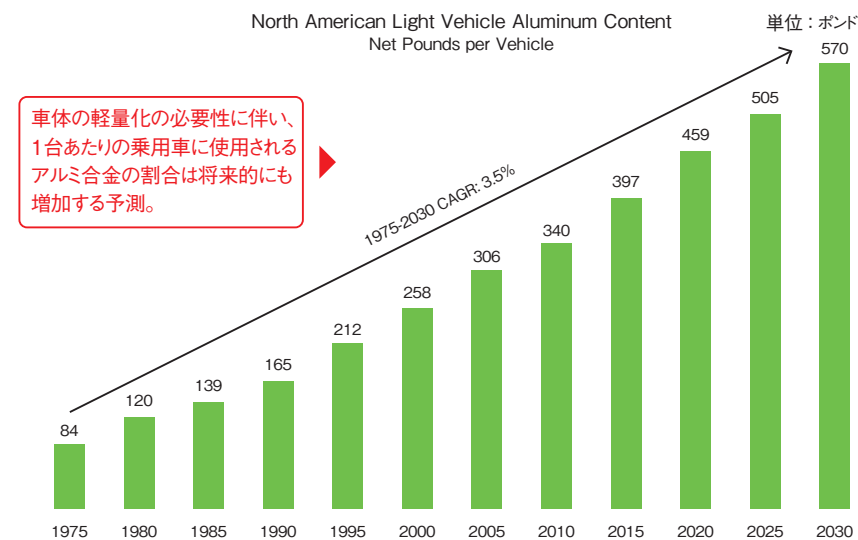
次世代自動車センター浜松

EVは大容量のリチウムイオンバッテリーを搭載するため、同サイズのICEに比べると車両重量が重くなる。そこで軽量化のためにアルミ素材へのシフトが予想され、一部にはプラスチック樹脂への代替を模索する動きもある。米国市場のデータによれば、乗用車に使用されるアルミ合金の年平均成長率は3.5%と見込まれている。2030年には、乗用車1台あたりに使用されるアルミ合金は約260kgで、乗用車を構成する部品の総重量の約15%相当になると予想されている。パーツのアルミ化に伴い、アルミ加工に必要な工具に新たな需要が生まれる。

ヨーロッパスタンダードの普及を視野に入れて、パーツ生産についてもカーボンニュートラルへの取り組みが始まっている。例えば生産ラインを既存の半分とする「ダウンサイジング」に取り組む動きも出ている。生産ラインが小型化されると、BT40番サイズからBT30への切り替えが進むなど新たな動きに対応する工具開発も進められている。

年平均成長率

米国市場のデータに基づくと、乗用車に使用されるアルミ合金のCAGRは3.5%/年で成長、2030年の市場予測としては1台あたりに使用されるアルミ合金は570ポンド(約258.5kg)となり乗用車を構成する部品の総重量の内約15%/台を占める。



車体の軽量化の必要性に伴い、1台あたりの乗用車に使用されるアルミ合金の割合は将来的にも増加する予測。

出典：DuckerFrontier社レポート
<http://1pp2jy1h0dtm6dg8i11qjfb1-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/08/DuckerFrontier-Aluminum-Association-2020-Content-Study-Summary-Report-FINAL.pdf>

高精度シミュレーションを活用しCO₂削減をサポート

EV化の進行に伴う一連の動きを踏まえて、当社ではまずアルミ加工向け工具、小型化ニーズに対応する工具類の充実に努めている。さらにカーボンニュートラル対応をサポートするための、デジタルソリューションの提供にも力を入れている。

これを当社では「モノ売りからコト売り」への転換と捉えており、例えば顧客ごとに異なるCO₂削減目標に応じたシミュレーションを行う。すなわち顧客の設備、対象となるワーク、図面データ、工作プログラムなどのデータを基にしたシミュレーションにより、加工時の切削抵抗などもグラフによって「見える化」して提示する。これにより目標とするCO₂削減量を達成できるかどうかを事前に判断できる。

シミュレーションを行ったあとには、当社のテクニカルセンターで実機を使って

の評価も可能であり、顧客にとってはテスト段階での負荷軽減につながる。高精度なシミュレーションを可能にしているのは、早くから独自に取り組んできたビッグデータ収集とその解析に基づくノウハウの蓄積である。このシミュレーションサービスについては、すでに過去5年間で約800件の解析提案を行っている。

もとより当社もカーボンニュートラルの取り組みは鋭意進めており、2023年2月には温室効果ガスの削減目標を見直し、引き上げている。同時に当社が提供している超硬工具については、使用後の工具を回収して新たに原料化するリサイクルも積極的に進めている。

これら一連の取り組みにより当社は、自社はもとより顧客のカーボンニュートラル対応もバックアップしていく。



特集

自動車産業の転換点

ブラザー工業株式会社

(愛知県名古屋市)

三菱マテリアル株式会社

どこまでも生産性を
追求し続ける小型工作機械
「SPEEDIO」シリーズとの共闘で
未知の分野を切り開く

文字通り切っても切れない存在である工作機械と工具。それぞれのリーディングカンパニーであり、ともに創業100年以上の歴史を誇りながら、なかなか深く交わることがなかったブラザー工業株式会社と三菱マテリアル株式会社。両社の製品を直接つなぐ一体型ホルダの開発からはじまり、共同でのプロモーション活動、そして新たな分野への挑戦まで、ともに進化を目指す道のりを模索しはじめました。今回の座談会では、その繋がりを中心にいる方々にご登場いただきます。

創業から1世紀以上。小型工作機械事業も60年の歴史

1908年、ブラザー工業の歴史はミシンの修理業からはじまりました。それから100年以上が経った現在、ミシンの販売シェアは家庭用・工業用ともに世界トップクラスを誇り、プリンターや複合機の分野でも業界を牽引しています。

1962年には、その優れた技術を活用してネジ穴加工用のタッピングマシンを生産開始。1985年にはタッピングマシンをプログラム制御する「NC装置」を組み入れた「CNCタッピングセンター」を発売し、以後はマシン部分と

制御装置を一貫して自社開発することを強みとしてきました。

「マシンの動きを熟知している技術者がNC装置を開発するからこそ、徹底的に無駄な動きを減らすことができるのです。さらにブラザー工業の小型工作機械はBT30番に特化し、長い歴史のなかで0.1秒でも早く削れるよう、生産性を追求し続けてきました」と話すのは、名古屋営業所の霜平健太氏。切削スピードだけではなく、従来のBT30番よりも大きな加工物や加工負荷の

高い加工に対応できるよう試行錯誤を続けてきたと説明します。

初期の「CNCタッピングセンター」では、万能な工作機械が主流のなかであえて余分な機能を削除し、タップ加工の生産性に的を絞っていましたが、時代に合わせて柔軟にミリング加工やファインボーリング加工にも対応。パソコンや携帯電話が世界中に普及するなか、IT機器産業に欠かせない小型工作機械として、日本や中国の市場を中心に確固たる地位を築いていきました。

「SPEEDIO」ブランドへの発展と三菱マテリアルとの関わり

ブラザー工業におけるマシンナリー事業の大きな転換期となったのが、2013年に登場したコンパクトマシニングセンタ「SPEEDIO（スピーディオ）」ブランドです。BT30番ならではの高生産性を追求した「Sシリーズ」を皮切りに、旋削機能を搭載した「Mシリーズ」、高速2面パレットチェンジャー搭載の「Rシリーズ」、BT30番クラスで最大級の加工エリアを誇る「Wシリーズ」などを次々と世に送り出し、現在では確固たるブランドを確立しています。

「やはりBT30番の最たる特徴は高い生産

性でしょう。市場にも好意的に受け入れられていた『SPEEDIO』の登場から、シェアは右肩上がりに伸びている状況です。常に新しい加工技術が求められるなか、それに対応しながら生産性を向上させるため、毎年のようにバージョンアップを繰り返してきました。そうした工作機械の進化に欠かすことができないのが、工具の進化です」と話すのは、開発1グループの廣瀬雄之助氏。工具メーカーとの繋がりも重要視するなか、三菱マテリアルとの関係については「プライスカッタなどの品質の高さは『SPEEDIO』が登場する以前か

ら社内でも評判でしたが、数年前までは共同で何かを行うようなプロジェクトはありませんでした」と明かします。

それについて、三菱マテリアル技術営業部ツーリングマネジメント室の北村敦氏は「私たちも数年前まで、BT30番の可能性を全く理解できておりませんでした。難削材などの加工には適していないイメージがあったのですが、それは誤りであったと今では十分に理解しています」と答えていました。



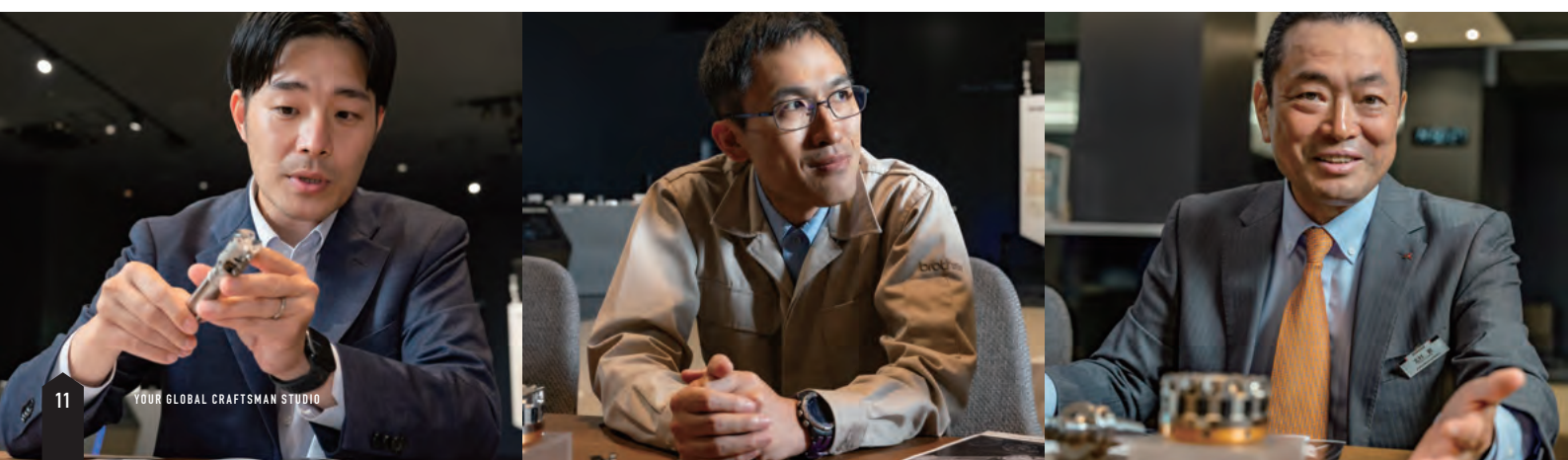
SPEEDIO Sシリーズ
S300Xd1/S500Xd1/S700Xd1

2013年に発売を開始したベストセラーシリーズ。2022年には約3年ぶりのモデルチェンジを行い、最新のCNC装置と大型タッチパネルにより直感的な操作性を向上させています。さらに使用できる工具の質量も4kgに大幅にアップ。使用工具の幅が広がったことで、これまで以上に自動車やIT機器などの部品加工において高い支持を集めています

ブラザー工業株式会社 マシンナリー事業
産業機器営業部 国内営業グループ
名古屋営業所 霜平健太氏

ブラザー工業株式会社 マシンナリー事業
産業機器開発部
開発1グループ 廣瀬雄之助氏

三菱マテリアル株式会社
営業本部技術営業部
ツーリングマネジメント室 北村敦氏



「iMX BT30一体ホルダ」の開発を契機に協力体制を強化

これまで深い繋がりを持たなかった両社が協力体制を築くことになったのは、廣瀬氏と北村氏の出会いからでした。2019年、初対面を果たした際に廣瀬氏から「工具ホルダを経由せず、iMXエンドミルシリーズのヘッドと『SPEEDIO』を直接つなぐ、新しいBT30一体式ホルダを開発できないか?」という提案を受けたのです。

その願いを現実にするために、さっそく北村氏のもとで新ホルダの開発がスタート。

約2年の開発期間を経て、2021年に独自の締結機構を備えた「iMX BT30一体ホルダ」の試作品が完成しました。

その性能について廣瀬氏は「当初こそ他メーカーの類似製品と大きな差はないだろうと予想していましたが、実際に使用してみると振動の少なさだったり、切削中に出る音の心地よさだったり、その精度の高さに驚かされました。随所から工具の確かな進化を感じたことで、皆さまの開発意欲の高さまで伝

わってきました」と話します。

テーパと端面による2面拘束システムや、ねじ部に鋼を特殊接合する独自技術などにより、高剛性を実現しているヘッド交換式エンドミルiMXシリーズ。その高負荷切削を可能とする強みはそのままに、ヘッドと『SPEEDIO』を直接つなぐホルダの開発によって、さらに安定性が向上しました。それは三菱マテリアルとブラザー工業を結びつける架け橋とも言える存在にもなるのです。

ホルダによって結ばれた両社の技術で難削材の加工に挑戦

年々パワーが上がり続け、BT40番と遜色のない加工が可能となった『SPEEDIO』。なかでもBT30番史上で最高クラスの高剛性を実現しているのが「Fシリーズ」です。しかし工作機械のパワーがどれだけ高くとも、工具やホルダに剛性がなければ能力をフルに発揮することはできません。そこで「iMX BT30一体ホルダ」の開発から関係を深めたことを契機に、ブラザー工業と三菱マテリアルのコラボレーションによるプロモーション

活動に発展します。

「まずは難削材を得意とする『SMART MIRACLE エンドミルシリーズ』をご使用いただき、ステンレスなどを加工するデモンストレーションを行いました。実機での加工を拝見すると、加工スピードの速さはBT40番のマシンを凌駕していたのです。これまでの感覚とは全く異なるスピード感に圧倒されました」と当時を振り返るのは驚見壮史氏。技術営業部のツーリングマネジメント室が一丸

となり、工具選定だけでなく加工条件や工程の検討まで包括的なツーリングサポートを提案したと言います。

さらにプロモーションを担った行時正人氏によれば「実際の加工事例を動画に収めてWEB上で公開するなどのアプローチだけでなく、我々としてはこれまで未開拓だった分野に挑戦するためのファーストステップでもありました」といった狙いの通り、次世代に向けた取り組みのきっかけにもなるのです。

SPEEDIO Fシリーズ
F600X1

従来機の高生産性に高い加工能力をプラスした高剛性設計のFシリーズ。ステンレス鋼をはじめチタン合金やプリハードン鋼など、難削材を加工するのに適しています



「ブラザーテクノロジーセンター」に展示中の製品

MS plus シリーズ

独自開発のMS plusコーティングを採用したコストパフォーマンスに優れた汎用ソリッドエンドミルシリーズ

FMAX

軽量化と高剛性を両立させた高効率正面削りカッタ。刃先調整機構により高精度でアルミニウム合金などの非鉄金属を高効率で加工できます



超硬ソリッドエンドミル

アルミニウム合金加工用。高能率かつ高精度な加工用を実現している3枚刃シリーズ。豊富な形状ラインナップと耐溶着に優れたDLCコートで樹脂加工へも対応

SMART MIRACLE

SMART MIRACLEコーティングの採用でステンレス、チタン合金等難削材加工でも高能率、長寿命を実現します。難削材もスマートに加工できるシリーズです

iMX

ソリッド工具と刃先交換式工具の長所を融合させたツーリングシステム。ソリッド工具に近い剛性と多彩なヘッドバリエーションで高精度・高能率加工を確保しています

SPEEDIO Mシリーズ M200Xd1/M200Xd1-5AX

ミール加工や旋削加工など、さまざまな工程を1台に集約できるマルチタスクモデル。2022年には複合加工だけでなく同時5軸加工にも対応した「M200Xd1-5AX」が登場し、より複雑な曲面の加工を可能としています



同時5軸加工機能を活かした医療系部品の未来

現在、『SPEEDIO』が活躍する主力分野は自動車産業であり、業界全体がEVへのシフトを視野に入れる先行き不透明な時代のなかで、新しい分野に進出しようとする機運がブラザー工業内でも高まったと言えます。そこで発足されたのが主に医療関係の部品をターゲットとするチームです。

プロモーションチームの伊坪靖洋氏は「当時はまだ医療分野についての知見が足りず、何から取り掛かれば良いのかも分からない手探りの状態でした。そんななかで三

菱マテリアルの医療分野のスペシャリストが、アメリカやヨーロッパなどの現場で評価を得たものを中心とした多種多様なプレゼンテーションをしてくださいました」と振り返ります。

そうしたやり取りのなかで飛び出したアイデアが「Mシリーズ」の同時5軸加工機能をフル活用した人工膝関節(Knee)の製作。日本だけでも1000~3000万人の患者がいると推計されている変形性膝関節症をはじめ、リウマチなどにより変形した膝関節の代用品として開発された製品です。非常に複雑な

曲面加工が求められる医療部品であり、長期間に渡り人の体内で使用することから、非常に高い精度と確実な安全性が求められます。人工膝関節手術の件数は年々増加傾向にあり生産性も求められることから、まさに『SPEEDIO』を活用するのに最適な対象でした。チタン合金を使用していることから難削材に分類されるため、高剛性かつ長寿命であり高能率加工に優れた三菱マテリアルのSMART MIRACLEエンドミルシリーズも活躍することになります。

これからの自動車産業と『SPEEDIO』の現在

医療系部品への挑戦を続けながらも、やはり『SPEEDIO』の主要的なターゲットは自動車産業であることに変わりはありません。

このままEV化が進めばアルミ部品などは大型化、複雑化することになり、さまざまな角度から加工ができるマシニングセンタのニーズ

が高まることが予想されます。

そこで2022年に登場したのが、BT30番ながら治具エリアφ500という大型傾斜ロー

タリーテーブルを標準搭載した「Uシリーズ」です。初となるモデル「U500Xd1」では、従来のBT30番と同様のコンパクトさと高い生産性を保ちながら、5軸の割り出し加工にも対応しており、小型モーターケース、バッテリーケース、ギアケースカバー、ベアリングシールド、ポンプ、ハウジング、インバーターケースなど、多岐にわたるEVの部品を生産することができます。

まだまだ黎明期であるため予期せぬ加工中の仕様変更が多発しているEVの生産現場。従来の3軸加工では、場合によって0から仕様を考え直さないといけない場合でも、5軸の割り出し加工であれば、どの方向からも自由自在に対応できるため、より柔軟に問題を解決できるようになります。

また加工が複雑化するなかで、使用する工具の本数が増えていることにも着目し、従来は14本や21本だったマガジンを、「U500Xd1」では28本としたのも大きな特徴です。ツーリングマネジメント室の北村氏も「ブラザー工業の皆様と共同で行ったデモンストレーションでも、実は工具の取り付け本

数が足りないことがありました。加工自体に問題はないのですが、1つの工具に複数の工程を割り振る場合、どうしても無理が生じる可能性があります。28本もマガジンがあれば余裕を持った複合ツールが設計できますので、それだけトラブルを回避できるでしょう」と高く評価していました。その一方で懸念点もあり「マガジンに搭載する工具が増えれば、それだけ総重量もシビアになるでしょう。工具をどれだけ軽量化できるかが、今後の大きな課題になると思っています」と、小型工作機械の進化に合わせて新しい工具を開発する必要性を語ります。

消費電力量、エア流量、クーラント量など全ての無駄を削ぎ落としている『SPEEDIO』。大型の工作機械だけでなく、他メーカーのBT30番のマシニングセンタと比較しても、省エネ性能は業界トップクラスです。そもそも環境負荷を削減するカーボンニュートラルの流れからはじまったEV化。その転換期のなかで、『SPEEDIO』はこれまで以上に存在感を増していこうでしょう。

SPEEDIO Uシリーズ U500Xd1

設置スペースや生産性は従来機種と同等のスペックを維持しながら、5軸の割り出し加工を可能としたユニバーサルモデル。治具エリアが最大限に広がるよう設計した傾斜ロータリーテーブルを標準搭載しています



両社が共に進化し続けるために

2023年には、ブラザー工業初となるBT30番では非常に貴重な横型マシニングセンタ「Hシリーズ」が登場。こちらも機械幅は従来のシリーズと同程度に抑えながら、干渉を避ければφ800程度まで対応できるという大きな治具エリアを実現しています。

廣瀬氏は「従来のシリーズでは難しかった大型ワークや長尺ワークが可能となり、今後ますますBT30番の活躍は広がります。その能力を100%発揮するためにも、より三菱マテリアルの皆さまとの関係性を深めていければ嬉しいのです。私達はまだまだ勉強不足の

分野が多く、例えば航空機産業など未開拓の分野などで、是非とも皆さまのお力をお貸しいただければと思っています。ともに歩みながら、ともに進化を続けていけるような関係性を目指せるように願うばかりです」と、両社の連携を強化する必要性を語っていました。

それに対し、まだまだ三菱マテリアルにある魅力的な製品群を伝えられていないと感じていた安城営業所の村上寛斗氏は「EV部品だけでなく航空産業などでのアルミニウム合金の加工では、軽量化と高剛性を両立させている高能率正面削りカッタ『FMAX』がお役に立てるはずですよ。加工スピードを出すことに特化して開発したものですから、『SPEEDIO』との相乗効果も期待できます。

今後は『FMAX』をベースとした新しい工具もお持ちいたしますので、是非ブラザー工業の皆さまにテストしていただきたいと思っています」と、胸を張って製品を紹介していました。

三菱マテリアルの包括的なサポートについて行時氏は「2、3年前に私がタイに駐在している際には、現地のナショナルスタッフだけでなく、WEB会議などを通じて皆さまにサポートしていただけたおかげで非常に助けられました。インドやベトナムでも同じようにお客様の対応をお手伝いしていただけたほか、国内で行ったデモンストレーションでも、総合的なレイアウトをご提案いただければ非常に心強いです」と、過去の事例を振り返りながら今回の座談会をまとめてくれました。

ブラザー工業株式会社 マシナリー事業
産業機器営業部 ソリューショングループ
マーケティングチーム 行時正人氏

ブラザー工業株式会社 マシナリー事業
産業機器営業部 ソリューショングループ
プロモーションチーム 伊坪靖洋氏



SPEEDIO Hシリーズ H550Xd1

本体はコンパクトなまま主軸の配置を横向きにすることで大型・長尺ワークの加工を実現した横形マシニングセンタモデル。BT30番ならではの高い生産性による部品の多面加工や大型部品の加工を可能としています



三菱マテリアル株式会社 営業本部技術営業部
ツーリングマネジメント室 鷲見丈史氏

三菱マテリアル株式会社 営業本部国内営業部
東海ブロック 安城営業所 村上寛斗氏

HISTORY OF MITSUBISHI

第 10 回

銅製錬で日本の成長を支えて1世紀
都市鉱山リサイクルでも未来を紡ぐ

三菱マテリアル 直島製錬所

三菱マテリアルの直島製錬所があるのは穏やかな瀬戸内海の沿岸。現代アートの島として国内外に知られる直島で、銅を中心に金や銀などの非鉄金属を製錬しています。銅は文明の発展に欠かせない素材です。現代も電線から生活家電、IT素材まで幅広い分野で産業を支えています。製錬所の操業開始は1917(大正6)年。当時、鉱山に付属する山元製錬所が主体だった日本では、より効率的な銅製錬所が必要とされていたのです。



大正時代

1916(大正5)年に交わされた直島町と三菱合資会社の契約書。

需要に応える中央製錬所として 設立当初から環境を重視

大正時代、重工業などの発展により銅の需要が増大するなか、国家的な急務となったのが各地から鉱石を集めて製錬する「中央製錬所」の建設でした。環境に適していたのは多くの銅鉱山が操業する瀬戸内海沿岸地域。なかでも基幹産業誘致に積極的だったのが直島町です。主な条件は最新技術で公害や煙害を防止すること。こうして三菱第4代社長の岩崎小彌太による指揮の元、環境を重視した製錬所の歴史がはじまりました。



1932(昭和7)年ごろの操業開始後間もない直島製錬所



昭和前期

時代の荒波を乗り越え 高度成長の支えとなる素材を供給

粗銅や粗鉛からはじまり硫酸、電気亜鉛、カドミウム、ゲルマニウムなど、昭和初期までに様々な製品を作るようになった直島製錬所。1939(昭和14)年には反射炉を更新し、創業当時300トンだった月間の粗銅生産能力は1000トンに達します。1945(昭和20)年、終戦とともに操業は一時停止となるも翌々年には粗銅生産を再開。1952(昭和27)年には粗銅生産能力が1000トンに回復し、その5年後には3000トンにまで増強されました。



1950(昭和25)年には金属部門を分離し太平洋銅業株式会社設立



60年代

銅山閉鎖の逆境にも負けず 新銅熔錬工場など設備投資を決断

高度経済成長が一段落し、国内鉱山の相次ぐ閉鎖などにより存続が危ぶまれた日本の銅製錬所。そんな中で1969(昭和44)年に社運をかけて建設されたのが新銅熔錬工場です。電気銅生産能力7500トンの第二反射炉だけでなく、銅電解工場、新硫酸工場、総合事務所、変電所(中国電力)といった現代までつながる基礎を確立。大規模な設備投資により、前年まで年間5万4000トンだった粗銅生産は3倍以上に増加することになりました。



新銅熔錬工場などが完成した1969(昭和44)年当時の全景



70年代

オイルショックの影響を受けつつも 世界初となる連続製銅法を確立

約3000年前、銅製錬に力を注いだソロモン王の時代から、原料を銅に精製するまでのプロセスを一貫して行うことは技術者の夢だったと言われています。1974(昭和49)年、その技術を世界で初めて実用化したのが「三菱連続製銅法」です。陣頭指揮を取ったのは、後に三菱マテリアル初代会長となる永野健。オイルショックによる建設難航など度重なる苦難を乗り越えて、無公害かつ高効率という世界に誇るシステムが誕生しました。



ルルキ式硫酸工場は3棟目。こちらも1974(昭和49)年の新設



平成

現在まで続く商品群を拡充するなか 隣接する島で大きな問題が発覚

1989(平成元)年には東洋一の金生産能力となる貴金属工場を建設。銅だけでなく貴金属まで一貫した生産が可能になりました。1991(平成3)年、連続製銅炉と反射炉を一本化した生産能力の高い新連続製銅炉を建設。電気銅、貴金属、硫酸、石膏、粗硫酸ニッケルといった現在の主要製品でもあるラインナップが確立されます。しかし一方でこの時代になり、隣接する豊島で大量の産業廃棄物が不法投棄されていたことが判明したのです。



1992(平成4)年に行われた銅熔錬工場の火入れ式の様子



現代

持続可能な社会を実現するために リサイクル事業のさらなる成長を目指す

16年にも渡り処理業者が不法投棄した廃棄物は90万トン以上。直島製錬所は、その中間処理を行う香川県に全面協力することを決定し、時期を同じくして、シュレッダーダストなどの廃棄物リサイクル事業にも乗り出しました。現在、有価金属を含有する廃基板などのスクラップ(金銀滓/E-Scrap)を処理する能力は世界トップクラスにまで成長。金属事業における大きな収益の柱のひとつに成長させながら、持続可能な社会の発展にも取り組んでいます。



E-Scrap処理能力は2030年度末までにグループ全体で年間約20万トンとなる計画



CRAFTSMAN STORY

Vol.11

高木 優次

明石製作所 エンドミル開発部 工具開発課
2005年入社

四方 惟武希

明石製作所 エンドミル開発部 工具開発課
2016年入社

長岡 海周

明石製作所 エンドミル開発部 加工評価課
2016年入社

新妻 知征

明石製作所 エンドミル開発部 加工評価課
2006年入社

畔上 貴行

明石製作所 エンドミル開発部 加工評価課
2006年入社

5枚刃スマートミラクルチップブレーカ制振エンドミル

「VQJCS/VQLCS」

切りくずを分断し排出する構造で
加工能率向上と工具寿命延長を実現

航空機や自動車をはじめ、様々な分野でトロコイド加工の需要が高まっている。円周軌道と直線運動を組み合わせた動きにより、深い溝を削る際の負荷を軽減できる加工方法だが、細長い切りくずが大量に発生するなど懸念点も多い。そこで登場したのが、特殊な刃の形状によって切りくずを分断する「チップブレーカ構造」である。欧州からの要望で開発がはじまった時には、すでに他社から数多くの競合製品が発売されていた。後発でのスタート、性能では絶対に負けられない戦いがはじまった。



不等分割と
外周刃微小逃げ角

ビビリ振動を抑制する
制振技術の組み合わせで
安定した加工を実現

独自底刃形状

欠けなどを防ぐための
形状を追求し
耐欠損性を高めた

チップブレーカ形状

独自の凹みとその配列により
切りくずを分断し
トラブルを防止する

高能率加工に適した
溝形状

剛性に優れた
丸みのある溝形状で
切りくずの排出性をアップ

面白そうなチャレンジと 大きな苦悩

—— 開発依頼があった際の第一印象から教えてください。

四方 従来のラインナップにない工具だったため、当初は面白そうな依頼だと感じていました。さっそく競合製品を調査したところ、複数のメーカーから発売されており、非常に難易度の高い挑戦であることが分かってきたのです。他社が取得している特許を回避しながら、全ての性能において勝ることが前提ですから。スマートミラクルエンドミルシリーズということで母材やコーティングに関しての心配はありませんが、それだけ形状が重要ということです。まずはチップブレーカ構造と共通項のあるラフィングエンドミルなどの前例をベースに多くのアイデアを盛り込み、そこから10種類ほどまで絞り込んだ試作品を新妻にオーダーしました。

新妻 四方は全てにおいて最高の結果を求めるタイプなので、1回目の試作段階から長い開発になることは折り込み済みでした。今回、形状自体は新しい挑戦でしたが、母材やコーティングについてはスマートミラクルエンドミルシリーズで蓄積してきた知見があり、サンプル製作はスムーズに進んだと思います。できるだけ評価に時間を使ってもらいたいと考え、納期を前倒して仕上げるよう心がけました。

—— 1回目の試作結果はどうでしたか？

四方 予想していた以上に競合製品の性能が高いことが分かりました。1回目の試作では制振性を重視しましたが、全てにおいて完全なる敗北でした。加工能率を向上させるため5枚刃にしたことで、ビビリ振動が抑制しにくくなったのです。そのうえで切りくずの分断性と排出性を高め、工具剛性も両立する必要がある訳ですから、当時はプレッシャーで押しつぶされそうになりました。

長岡 約10種類の試作品を評価するのに1週間ほど試験を行います。その最中から背後に立つ四方の落胆がひしひしと伝わっていました。とはいえ、そうした評価サイクルを3～4回ほど繰り返した頃には、他社の競合製品を上回る評価が出るようになったのです。



「ちょっとした形状の違いでここまで性能に差が出るのか」と、驚きの連続でした。

四方 制振性については、意図的に刃の分割角度をずらす不等分割を採用し、外周刃の逃げ角を微小にすることでバランスよく仕上がりました。そこから高能率加工に適した溝形状を何パターンも試して、切りくず排出性が高い丸みのある形状を探り、そのうえで剛性も両立できるようになったのです。また、切りくずを分断するため刃には凹みを設けていますが、仕上げ面の滑らかさはスクエアエンドミルと見分けがつかないと思います。

最大限性能を高めて 使い心地も確保

—— 競合製品の性能を上回った後も開発は続いたそうですね。

四方 工具開発課と加工評価課、それぞれの課長が自由に開発できる環境を整えてくださり、開発期間も1年ほど設けてくれたため、試作できる限り、最高の性能を出したいと考えていました。

長岡 そこからは私が苦勞をしたと思います。たとえば折損限界を評価するため極端な負荷をかけても、その頃にはもうサンプル全てがなかなか折れない状況でした。そのほかの性能も上がり続け、不具合は発生しにくくなり、評価に必要な時間も伸び続けました。また、試験中はいつも背後に四方が立っており、その最中からアイデアが湧き出ている様子でした。追い込み続けて厳選した1種類をベースに、また新しい試作品のパターンが広がっていく、そんなイメージです。

新妻 開発のきっかけは欧州からの要望で、そもそものはステンレスの深溝加工がメインでしたが、それ以外の用途での性能も四方は求めていました。他社の競合製品を大きく上回る性能になり、今度は自社で別の担当

が開発中の新製品と競っていたようにも感じます。

四方 この3人の連携が上手くいったからこそ、より良い製品を開発できたと思います。7回目の評価サイクルでは、新妻が作った約10種類の試作品にデータ上の違いがなくなったため、最後は長岡の感性に委ねることにしました。

長岡 大切にしたのは、私自身が世の中に出る前の「ユーザー第1号である」という気持ちです。評価を繰り返す中で感じられるようになった、ちょっとした音の違いなど、ユーザー目線での使い心地を追求することになりました。

新シリーズとして広げるのが目標

—— 完成後、ユーザーからはどのような反響がありましたか？

四方 最も心に残ったのは「これより良い工具は今の世界にない」というコメントです。それ以外にも、発売前に3～4ヶ月かけて欧州各地でフィールドテストを行う中で、たくさんの方から高い評価をいただくことができました。こちらがデータ未取得だったトロコイド加工以外の側面切削も試していただき、汎用性についても実証できたと思います。航空機部品、プラスチック金型、半導体関連など幅広い分野のエンジニアの皆様と、欧州の営業担当が良好な関係を築いてくれたのおかげです。

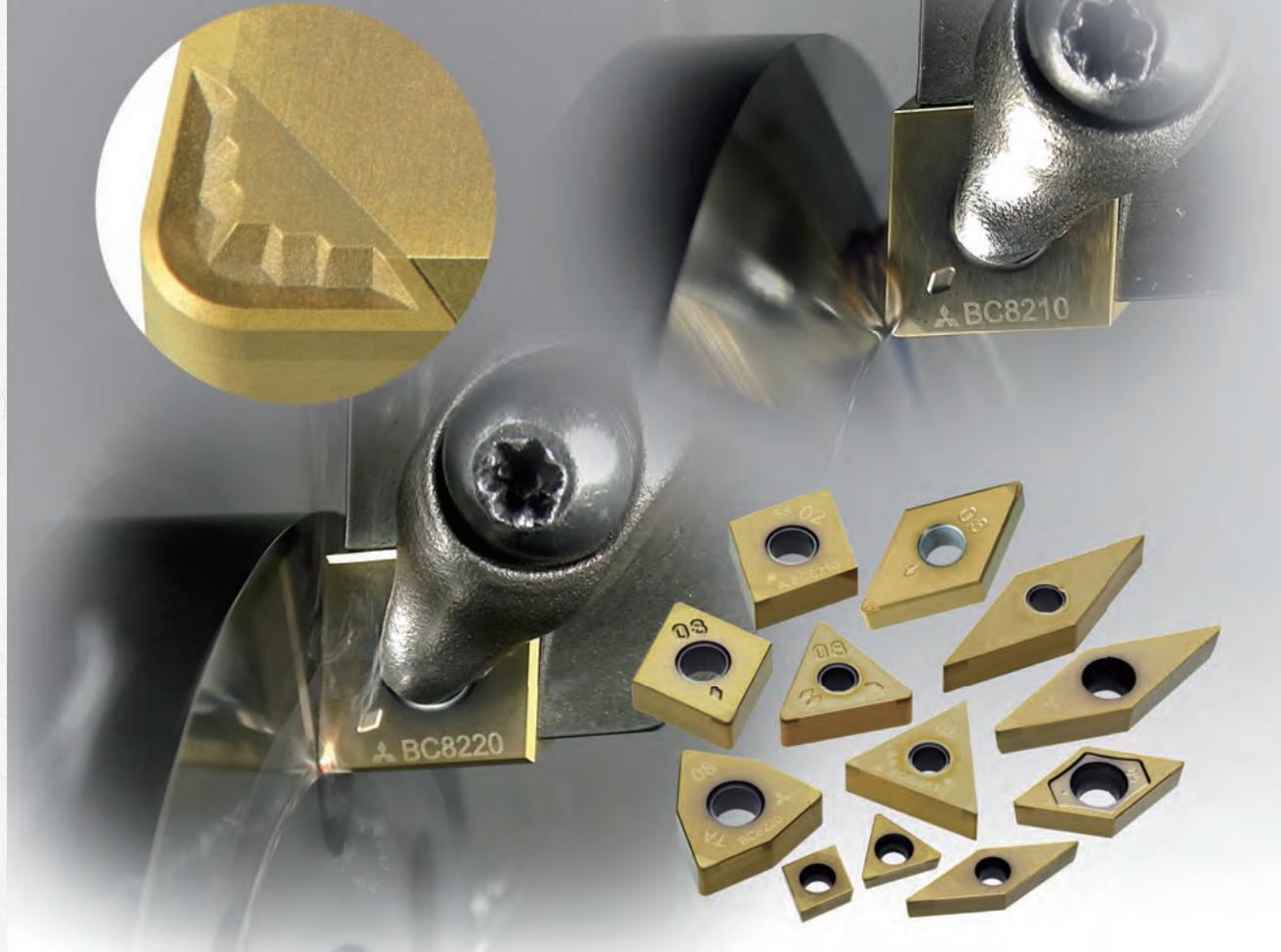
長岡 評価段階で競合製品のフラッグシップと比較し、送り量の限界値が約2倍、能率性は約1.5倍、寿命は約1.2倍というデータが出ており、忖度なしで評価をしていたので、ユーザーの皆様にもお喜びいただけることは確信していました。その感覚に間違いがなかったことが何より嬉しかったです。

新妻 スタートの時点では課題が山積みだったため、スモールスタートであり現在のラインナップは2種類。汎用工具としても使い勝手が良いとご評価いただき、欧州からの追加要望もありましたので、今後はラインナップ拡充をサポートできればと思います。太いサイズや刃長を伸ばしたタイプの開発に着手しているほか、現行品のスクエアタイプ以外にラジアスタイプなども開発し、新しいシリーズとして拡大できれば嬉しいです。



TECHNOLOGY ARCHIVE

歴史と共に積み上げた 技術と知識がもたらす CBN工具の強靱さ



ダイヤのように硬く 鉄材加工に 最適な人工素材

新素材の開発により日々進化を続けている金属加工用の切削工具。その歴史を語るうえで欠かすことができないのが「CBN工具」である。ダイヤモンドに次ぐ、世界で2番目に硬い素材。ダイヤモンドに比べて鉄(Fe)とは反応しにくい特性も持つ。こうした特性は、自動車をはじめ各種機械に使用される難削材の加工に適しているため、世界中の工具メーカーが開発競争を繰り広げてきた。そのなかで三菱マテリアルはいかにして業界をリードし続けてきたのか。次世代のソリューションを切り開く鍵を探しながら、黎明期からの歴史を紐解きたい。

TECHNOLOGY ARCHIVE

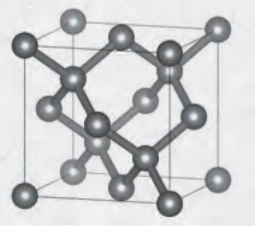
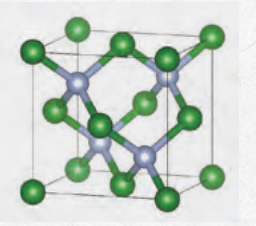
CLOSE UP

立方晶窒化ホウ素 「cBN」とは？

「cBN」とはcubic=立方晶構造、Boron=ホウ素、Nitride=窒素の頭文字をつなげた略称。正式名称は「立方晶

窒化ホウ素」と言い自然界には存在していません。人工ダイヤモンドと同じ製法によって高温・高圧下で人工的に合成される素材であり、結晶の構造はダイヤモンドに類似し非常に硬く、熱にも強い性質を持っています。



	ダイヤモンド	cBN
結晶構造		
素材	炭素のみからなる鉱物	ホウ素や窒素からなる化合物
ビッカース硬さ	>9000Hv	>4500Hv
熱伝導率	約2000W/m・k	約1300W/m・k
性質	鉄(Fe)との反応性 反応しやすい	鉄(Fe)との反応性 反応しにくい

※ K.Momma and F.Izumi, "VESTA 3 for three-dimensional visualization of crystal, volumetric and morphology data," J.Appl.Crystallogr., 44, 1272-1276(2011).

Point

黎明期

超高压焼結技術の発展により 自然界には存在しない素材が誕生

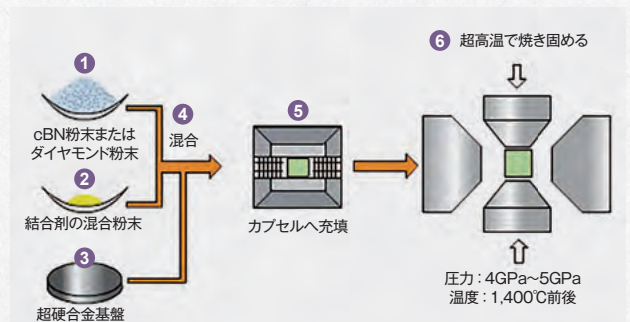
「CBN工具」の誕生には人工ダイヤモンドが深く関わっています。一般的に知られているようにダイヤモンドは自然界で最も硬い物質。希少性の高い宝石としてだけでなく、その優れた特性から砥石、ダイス、ドリルなど工具の素材としても古くから利用されてきました。

天然のダイヤモンド粉末が研磨剤として使用された歴史は、なんと紀元前7世紀ごろの古代インドまで遡ることができます。ダイヤモンド加工が盛んになった1400年代のベルギーでは、ダイヤモンド粉末を用いた研磨機が登場。1800年代のイギリスでダイヤモンドダイスが発明されると、ピアノ線の製造などにも使用されていきます。

ダイヤモンドを人工的に作製するために超高压焼結を用いた人工合成の実験が本格化したのは1950年代。人工ダイヤモンド粉末

を焼き固めて焼結体とすれば、さまざまな形状の工具が開発できると考えられたのです。1955年、世界初となる実用レベルの人工ダイヤモンド合成に成功したのは、発明王トーマス・エジソンを始祖とするアメリカの企業でした。そして1957年には、人工ダイヤモンド合成で確立された超高温高圧技術を用いて「cBN」が合成されるに至り、1969年にはこの「cBN」を原料としたCBN焼結体が製品化されました。

この世界最先端の技術に触発されて、1979年から三菱マテリアルの中央研究所(現イノベーションセンター)でもCBN工具の研究・開発をスタート。1982年にCBN焼



結体の開発を成功させ、岐阜製作所に生産ラインを移管し、1983年には材種「MB10」「MB20」の発売を開始します。1990年代に入ってから「MB810」「MB820」「MB825」と開発を続けて注目を集めました。当時の主流だった工具の素材と比較すれば高価なこともあり、広く普及するまでには至りませんでした。

2 2000～ 独自技術「粉体活性焼結法」による新しい世代のCBN工具を開発

1990年代の後半、競合他社からも汎用性の高いCBN工具が出回りはじめると、それに対応すべく岐阜製作所では新しい材種の開発が活発化していきます。開発チームが着目したのは、焼結体に用いられるセラミックスバインダとCBN粒子の界面反応層。この反応層が不均一であったためCBN焼結体の強度が上がらず、つまりは工具の欠損や摩耗の要因であることを突き止めました。

2000年、試行錯誤の末に三菱マテリアル独自の技術である「粉体活性焼結法」を確立。見事、界面反応層を均一に生成することに成功し、本来トレードオフの関係である耐摩耗性と耐欠損性の両方を向上させたのです。

そして2003年11月5日には「粉体活性焼結法」による汎用材種「MB8025」を採用した工具を発売開始。現在まで続くCBN工具の技術的な根幹でもある、いわば第2世代の幕開けとなりました。

時を同じく2000年代の初頭には、PVD (Physical Vapor Deposition) コーティングの技術が、競合他社も含めCBN工具にも

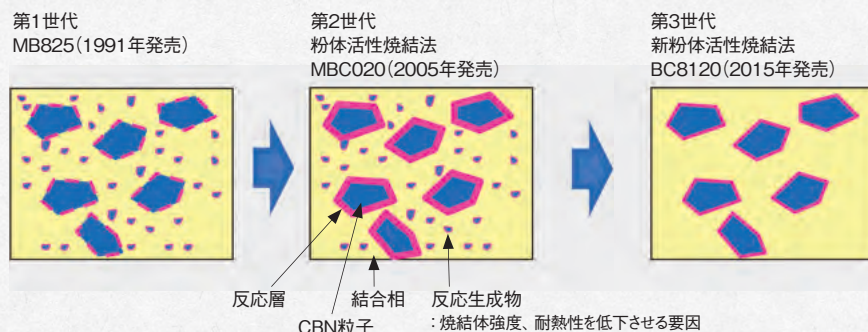
用いられるようになります。岐阜製作所では、窒化チタンアルミニウムをベースとした「ミラクルコーティング」の技術を応用。高い熱安定性を持つセラミックスをコーティングすることで、ノンコートであった従来品に比べて大幅な寿命延伸を実現しました。2005年には連続切削に適した「MBC010」、汎用切削に適した「MBC020」、ふたつのコーデッドCBN材種を立て続けに世に送り出します。

仕上げ加工で用いられるCBN工具において優位性を増すために、CBN焼結体・PVDコーティングだけでなく、ホーニング(刃

先処理)の形状も進化を続けることになります。従来はF(連続加工)、G(軽断続加工)、T(断続加工)という3種類だけだったホーニングに、A(従来型)、S(びびり・バリ抑制型)、N(すくい面摩擦抑制型)を組み合わせて計9バリエーションに拡充。

さらに三菱マテリアルのCBN工具を普及させるため、岐阜製作所主催で「CBNカレッジ」といった代理店向けのセミナーなども開催。技術革新と拡販プロジェクトを連動させながら、さらに激化していく、競合他社との開発競争を戦い抜いていくのです。

■ 焼結体組織の世代別イメージ図



3 2010～ 開発競争が激化するなか製造工程から見直し第3世代へ

第3世代の口火を切ったのが、2010年4月発売の汎用加工用コートッドCBN材種「BC8020」です。この製品に採用されたのが、CBN焼結体の焼結反応を阻害する要因となる不純物を徹底的に除去することで、過剰反応生成物を極限まで低減させる独自技術「新粉体活性焼結法」。セラミックスバインダ内の不純物を取り除きながらCBN粒子との界面反応層の厚みまで最適化し、耐摩耗性と耐欠損性を同時に向上させたのです。

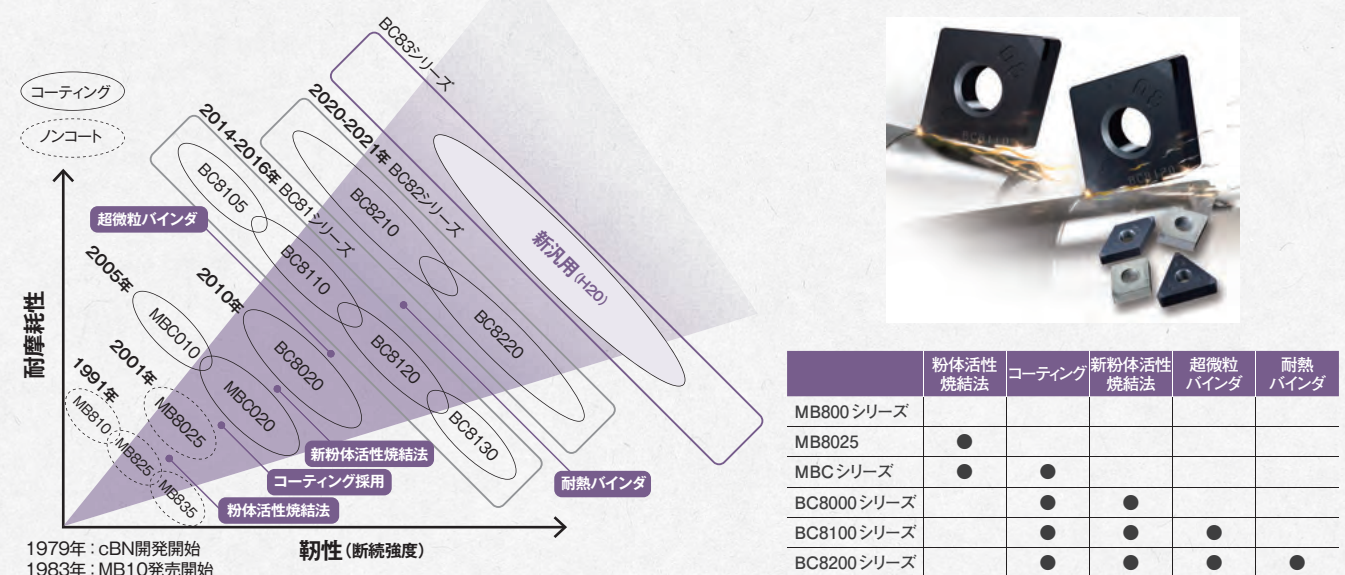
新粉体活性焼結法により耐摩耗性においては競合製品の性能を超えたものの、どうしても耐欠損性ではリードを許していました。耐摩耗性を損わずに耐欠損性を向上させ

る方法はないものか、研究開発を進めてたどり着いたのが「超微粒バインダ」。従来よりも微細な粒子で構成したセラミックスバインダによって粒子界面を増加させることでクラック伝播を抑制し、大幅な耐欠損性の向上を実現したのです。

こうした研究・開発の末、世に送り出した「BC8100」シリーズには、CBN工具専用の新開発した特殊PVDセラミックスコーティングも採用。耐摩耗性、耐チッピング性、付着強度を向上させた材種「BC8110」を皮切りに、幅広い加工領域での安定性を追求した「BC8120」、仕上げ面粗さに優れる「BC8105」、耐欠損性に優れる「BC8130」

を、2015年から2016年にかけて続けにリリースしました。

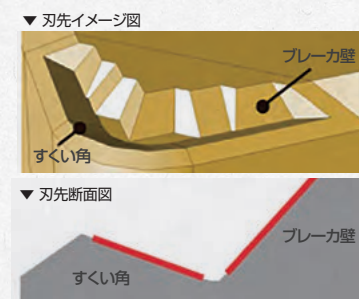
さらに市場からの要望が高かった加工能率の向上を実現するため、ホーニングのラインナップも拡充。軽断続切削加工時における欠損対策用の「GH」、中～強断続切削加工における欠損対策用の「TH」を追加します。2017年には、ワイパー刃先後線に微小な傾斜を持たせた「WLワイパーインサート」も登場。びびり・うねりの抑制と切削抵抗の低減による面粗さの安定を実現しました。ユーザーの声に寄り添いながら研究を続けた結果が花開き、破竹の勢いでラインナップ拡充に結びついたのでした。



4 2020～ 次世代に受け継がれていく開発者たちの技術と知識のバトン

岐阜製作所におけるCBN工具の開発は次の世代に受け継がれました。2019年4月に立ち上がった新材種開発プロジェクトの中心は若手メンバーたち。工具における永遠のテーマである長寿命化だけでなく、時代が求めている対応切削領域の拡大を実現する

■ BRプレーカ



ため、さまざまな角度からのアプローチを試したと言います。

その結果、誕生した新たな技術が「超微粒・耐熱バインダ」です。クラックを抑制する超微粒バインダの強みはそのままに、耐熱性を高めることでクレータ摩耗を抑制。超多積層コーティングも採用し、耐チッピング性・耐欠損性を高いレベルで向上させたのです。そうして2020年には環境負荷低減や高エネルギーによる加工条件の高速化にも対応できる「BC8200」シリーズが誕生。連続切削加工用材種である「BC8210」では切削速度200m/min以上の高速連続切削において従来品に対し1.4倍以上の工具寿命を実現し、汎用材種である「BC8220」では断続要素を含む高速切削においても従来品に

対し1.6倍以上の工具寿命を実現しました。

また、高切込み加工や生産自動化に伴うトラブル防止を想定し、当社では初の3D構造の「BRプレーカ」も開発。高切込み加工の切りくず処理性向上だけでなく、幅広い切込み領域に対応させたことで複数工程の集約化も実現しました。

今後は自動車産業のEV化やカーボンニュートラルなどに対応するため、CBN工具に求められる条件も大きく変化するかもしれません。どのような時代が到来するのか一寸先は闇ではありますが、積み上げてきた技術と知識、そして歴史はしっかりと次世代に継承されています。試行錯誤のなかで生まれた膨大な数のアイデアがあれば、予期せぬ未来にも着実に対応できるはずだと



ABOUT US

岐阜製作所

生産性だけには留まらない
品質を上げる高度自動化を実現

さまざまな社会課題を解決するために欠かせない先端技術の活用。なかでも自動化や省人化は生産現場の未来を左右するターニングポイントとなるだろう。長時間無人で生産可能なモデルラインの構築に成功した岐阜製作所に、最前線の取り組みや今後の目標を聞いた。

生産技術部の部長
福島さんに聞く！

福島 成好
生産技術部/部長

手動機械からはじまったソリッドドリルの生産が
場所や人を選ばない先端技術にまで昇華した

あらゆる指標向上を目指した自動化

私が新入社員として岐阜製作所の一員となった1989（平成元年）年、当時はろう付けドリルが主流でありソリッドドリルは発展途上のさなかでした。ほとんどの生産工程を手動機械に頼っていましたが、10年、20年と歳月を重ねるごとに設備投資を繰り返しながら生産数やラインナップを増やし、現在は主力製品に置き換わっています。

2018年に高度自動化モデルとなるライン構想がスタートした際に、ターゲットとなったのもソリッドドリルです。省人化はもとより設備稼働率、生産性、工程能力あらゆる指標の向上を目指し、当部の生産技術課が少数精鋭でその任に当たることになりました。

現在、私なりの基準ですが4つの区分のうち「自動測定」「自動段取り」「自動搬送」という3つの技術はすでに確立しています。段研削工程と溝刃付け研削工程における長時間の連続加工運転を阻害していた作業が最適化され、一部の品質保証に必要な工程以外は全て無人となったことで想定以上の品質安定化にも繋がりました。この工場

でなし得たものは「場所を選ばず、人を選ばず」幅広く活用できる技術ですから、日本国内だけではなく海外の生産拠点での展開も想定しています。

課題を残している区分はスマート化に繋がる「データ活用」です。稼働率や稼働状況の見える化は完了しておりますので、あとはそのデータを解析して、いかに「トラブルを未然に防ぐか」を模索しています。また小径のソリッドドリルをはじめ、CBN工具や金物製品の高度自動化ラインについても取り組みを開始しているほか、今後は海外展開に備えてスーパーバイザーを育成する準備を進めなくてはなりません。

今年度、岐阜製作所は操業開始から50周年を迎えました。私が知っているだけでも約30年の期間で、ここまでの進化を遂げたことは非常に感慨深く思います。さまざまな方々が携わり大変な努力を続けてきた結果が実りました。その集大成として、2030年度までに岐阜製作所の自動化率を飛躍的に高めることを目標に、これからも挑戦を続けます。

内製による高度なNCプログラム

「自動測定」は加工機内にセンサーやCCDカメラを搭載し、測定結果を次の加工品にフィードバックして自動補正をする仕組みです。寸法が規格中央値からどれだけ外れたらどう補正するか、測定失敗時の対応など問題は山積みでしたが、ノウハウが詰まった部分ですから外製できません。1年ほどトライアンドエラーを繰り返しながらプログラムを内製して寸法の中央値制御技術を確立しました。また「自動段取り」では溝刃付け加工機にNC制御の刃受け台を搭載しています。こちらは積み上げてきた知識が応用できたため、比較的スムーズに作業を自動化できました。

複数のロボットを組み合わせたライン

「自動搬送」では、非接触通信が可能なRFID付きパレットに指令情報を持たせ、加工機のスケジュールを一括管理するシステムを構築しました。AMRと加工機を中継する固定式6軸ロボットアームなどを活用することで、工程間のワーク搬送の自動化も達成しています。無線通信や制御の手段、バッテリー確保といった問題を解決し、本格稼働したのは2021年の夏頃です。その後もブラッシュアップを続け、昨年度にはAMR上部の2軸コンベアを、動作の自由度が高い6軸ロボットアームに換装し、より長時間無人生産可能なラインを確立しています。

理想はクラウド上での一元管理

加工機器のデータを集約し、クラウド型で一括管理するシステムも開発しています。それらの「データ活用」によって環境変化が加工結果にどのような影響を及ぼすのかなどを機械学習させるだけでなく、スマートファクトリー化の推進も試んでいます。現在、自動化の実現は段研削工程と溝刃付け研削工程に留まっておりますが、今後はさまざまな工程を高度に自動化し、生産性の改善、生産の予実管理、品質改善、予知保全など、全てをクラウド上で一元管理できる生産ラインを構築するのが理想です。

大前 雄平
生産技術部生産技術課

松田 信行
生産技術部生産技術課

樋渡 貴大
生産技術部生産技術課

平沢 奨吾
生産技術部生産技術課

田中 省吾
生産技術部生産技術課/課長

CUTTING EDGE

第10回

グローバル市場でのデジタル戦略に欠かせない 工具デジタルデータの国際規格 「ISO13399」対応によるメリットとは？

コンピュータに工具データを取り込む国際的なルールとなった「ISO13399」

スイス・ジュネーヴに本部を置く国際規格化機構(ISO)が策定し、2006年に制定された「ISO13399」。この国際規格では、国やメーカーの枠を超えて共通の理解を促進するために、工具全般に関わる用語や記号などを定義しています。

「ISO13399」に準拠した工具データを使用する最大のメリットは、ユーザーが煩雑なデータの個別変換を行うことなく、ダイレクトに

切削工具の情報をコンピュータに取り込めることです。これによってCAM、CNCシミュレーション、PLM、工具管理システムなどのソフトウェアを、より効率的に扱うことができます。

こうした国際的なルールのベースとなったのは、1980年代からドイツの工具メーカーやソフトウェアメーカーが中心となりドイツ国内規格として整備されてきた「DIN4000」という規格。世の中のデジタル化が進むなか欧

州各地で採用されるようになり、ドイツ政府が2011年に発表した産業政策「インダストリー4.0(第4次産業革命)」を皮切りに、世界中のメーカーがその対応に力を入れるようになりました。今から約10年前に三菱マテリアルが「ISO13399」の活用にかじを切った時には、すでに欧州各国のメーカーは約30年間に渡って基礎を築いていたのです。

ISO13399準拠の工具データのメリット



ユーザーのワークフローはどのように変化しているのか？

ハードウェア、ソフトウェア、クラウド環境の進歩により、加工を行う製品の完成イメージや3DCADデータを基に「どういった工具でどの加工を行うのが良いか」を、デジタルデータのみで事前検証ができるようになりました。いわゆる「デジタル段取り」です。

従来は工具に加え、ホルダやアーバー等のデータも紙カタログでページをめくって検索する作業が必要でした。「デジタル段取り」の場合、ユーザーが使用予定の工具を選択すれば、自動的に必要なホルダやアーバー等が画面にリストアップされるようになり、大変効率的になります。

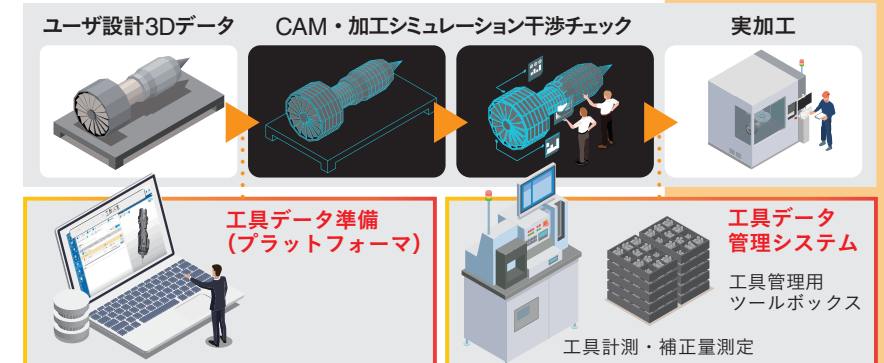
加えて「デジタル段取り」後、干渉シミュレーション等の結果を確認してから、実際の作業に移ることで、これまでトライアンドエラー

を繰り返しながら行っていた工程検証を短縮し、品質や能率を向上させつつコストダウンも図ることができるのです。

こうした先鋭的なワークフローを採用する

ユーザーは、コンピュータ上で簡単に工具データを活用できる「ISO13399」に準拠した情報のある工具以外、そもそも選択の余地がありません。

顧客ワークフローの変化



工具データの提供に欠かせないプラットフォームの存在

多くのユーザーが複数メーカーの工具の比較に利用しているのが、プラットフォームと呼ばれるインターネット上の工具検索サービスです。現在、アメリカでは「MachiningCloud(マシニングクラウド)」が主流となっており、30社※が「ISO13399」

に準拠した工具データを登録しています。

欧州をはじめ中国やインドでシェアを伸ばすのがドイツ発のサービス「ToolsUnited(ツールズユナイテッド)」。

三菱マテリアルでは上記2つのプラットフォームへの工具データ提供を重点的に取り組んでおり、自社ホームページ上のWEBカタログと合わせて、ユーザーへの工具データ提供の場を広げています。

※2022年11月末時点のデータ

労力削減に注力してきた欧米諸国と教育に力を入れる職人気質な日本

「ISO13399」の活用について、日本は欧州に大きな遅れをとっているのが現状です。そもそも日本の製造業は教育に力を入れており、習熟度の高い人材が揃うことから、先鋭的なワークフローを採用せずとも品質の高いものづくりが、これまでは可能でした。

一方、国外では人材の入れ替わりが激しく、習熟度を問わず一定品質の加工を行うためのシステム構築に注力してきたのです。欧州発のそうした効率的なワークフローは、欧州以外の地域にも広く受け入れられるようになってきました。

日本も労働人口減少やワークライフバランスの見直しにより今後は欧米化が進むはずです。工具のデジタルデータが必須となるシステム導入は長期的な視点での費用対効果が高く、国内でも一段と「ISO13399」に準拠したデータ活用の幅が広がることが予想されます。

約4万アイテムを統一規格でデータ化し、10年で世界に追いついた

三菱マテリアルが「ISO13399」に準拠した工具データの作成に取り掛かったのが、今から約10年前。新たに開発した製品シリーズはもちろん、特殊受注品を除く既存品のラインナップとなるおよそ4万アイテムもの工具データを、全くの0から作成するには5年近

い歳月が必要でした。

しかし、その時点では約30年かけ下地を整えてきた欧州メーカーと比較し、データクオリティは劣っていたのです。データ上のバグを取り除くため、さらに3年ほどの時間をかけ、先行していた欧州メーカーと遜色ない

データベースを築き上げることができました。

4年ほど前から国際規格化機構(ISO)に人員を派遣し「ISO13399」の策定にも参画。ユーザーの加工改善、品質や能率の向上、コストダウンを効果的にサポートするための国際規格をバックアップしています。

全自動化、省人化のために求められるのは切削条件等の国際規格

急速なAIの進化に合わせて、工具自動選択、シミュレーション、CAMといったソフトウェアもより高度な処理が可能となるでしょう。そうした技術がどれだけ優秀でも、基礎となるデータベースのコンテンツが良い品質、十分な量で提供されていなければ、正確な動作は望めません。日本でも機械の全自動化、省人化が進むなか「ISO13399」に準拠した工具データは一層欠かすことができない存在となると考えています。

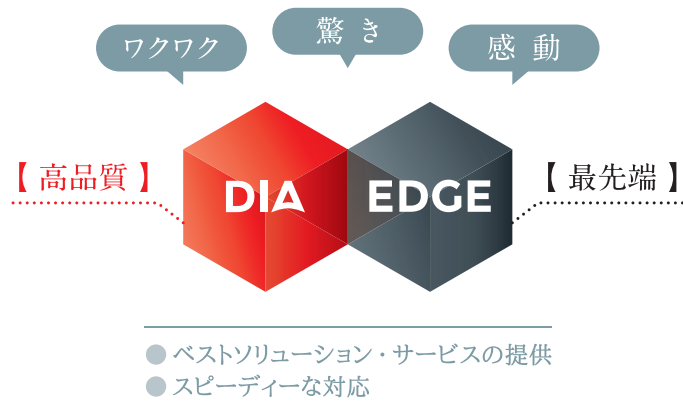
また「ISO13399」が定義しているのは、主に工具の形状に関わる規格です。世界のユーザーからは、工具形状以外の動作、推奨切削条件等についていわゆる工具の使い方に関するデータも求められるようになっていきます。工具の使い方については、現状、国際規格化の動きがみられるものの、まだ国際規格として策定されていないなかで、三菱マテリアルとしてはどのようなアプローチができるのか、30年の遅れを10年で取り戻した経験があればこそ、次世代の取り組みを牽引する大きな役割があるのではないのでしょうか。

DIAEDGE

お客さまと共に、より良い未来を創る。

手に取るすべての方に「ワクワク」を感じていただけるよう、
最先端の技術を結集させた「DIAEDGE(ダイヤエッジ)」ブランドが誕生しました。

私たちは、工具としての価値を提供するだけでなく、
お客さまと共に考え、感動を共有し、挑戦し続けてまいります。



 三菱マテリアル株式会社
<https://www.mmc-carbide.com/jp>
●電話技術相談室
フリーダイヤル 0120-34-4159
携帯電話からも通話可能です