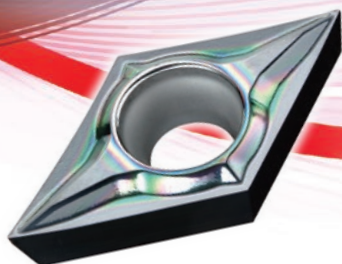


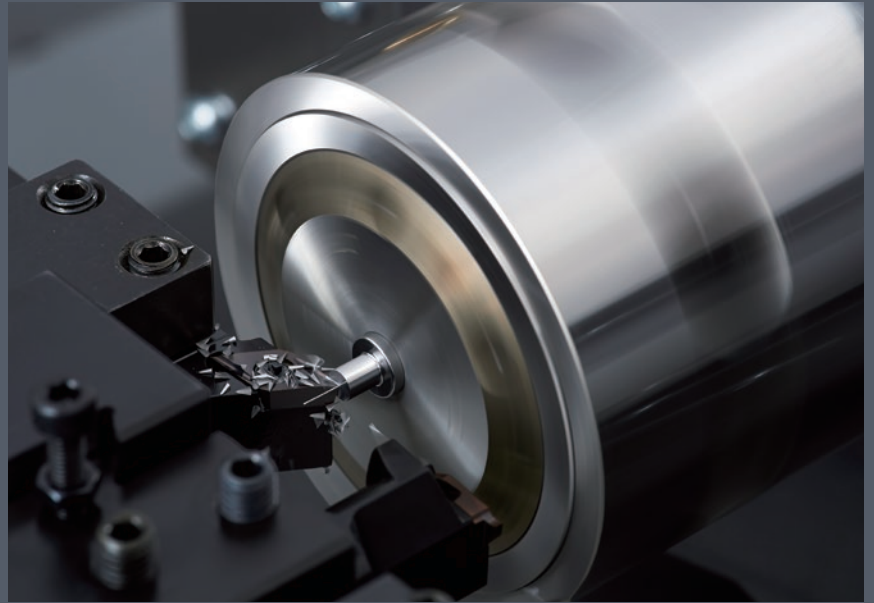
さらなる生産性向上を実現する、  
新時代の加工技術



※LFVはシチズン時計株式会社の登録商標です。

## LFV対応工具シリーズ





# 低周波振動により切りくずを 分断する

**CUTTING EDGE**  
CITIZEN MACHINERY × MITSUBISHI MATERIALS

協力：シチズンマシナリー株式会社

## 切りくず処理を根本から変える

小型自動旋盤で加工される自動車、医療機器、OA機器などの精密小物部品加工の課題の一つが切りくず処理です。切りくず処理がうまくいかず絡み合ってしまうと、工具寿命への影響はもちろん、加工した製品の表面に傷を付けたり、機械の停止を引き起こすことさえあります。つまり、工具の長寿命化、品質安定化、機械稼働率向上のために、この切りくず処理を確実に行うことが切削加工の永遠のテーマとも言えるのです。その対応策として、チップブレーカ付きインサートの適用、高圧クーラントの使用（高圧クーラントを加工点に直接当てることで切りくずを切断）などの方法が

とられています。この“切りくず問題”解決のために、従来と全く異なる視点からのアプローチとして工作機械メーカーのシチズンマシナリー（株）が着目したのが「低周波振動切削技術」です。2013年秋にこの技術を搭載したマシンを発表し、国内外から大きな注目を集めました。今回、シチズンマシナリー（株）開発本部の中谷尊一氏、三宮一彦氏を当社営業本部 大分義光と開発本部 佐藤 晃が訪問し、「低周波振動切削技術とその将来」についてお話を伺いました。

## 空振りすることで確実に切りくずを分断

**三菱マテリアル 大分**：切りくず問題は我々切削工具メーカーにとっても課題の一つですが、この技術に着目したシチズンさんの機械づくりの経緯に興味があります。

**シチズンマシナリー 中谷氏**：きっかけは、長いお付き合いのユーザー様から提案をいただいたことです。加工現場での切りくずに対する問題点と苦勞は我々も認識していましたから、この低周波振動切削技術が解決につながるだろう、という判断をして、一緒に共同開発しましょうと決意したのです。

**三菱マテリアル 佐藤**：常識ですと工作機械は振動させてはいけないものですね。

**中谷氏**：確かに工作機械の常識はいかに機械を振動させないかが大切です。提案されたときに真っ先に思い浮かんだのは、精度

が出せるのかということと、振動に機械が耐えられるかという不安でした。しかし、その一方で、技術そのものの将来性は非常に高いと感じ、この技術開発に取り組むことに躊躇はなかったです。

**佐藤**：製造現場での自動化を制限する大きな問題は切りくず処理なのです。トラブルの多い原因に切りくずが絡まって工具が欠けるということが挙げられます。加工面粗さが悪い、工具寿命が短くなるなど、切りくず問題は悩ましい。

**大分**：自動盤での量産部品加工は稼働率が生産性（コスト）の鍵になりますが、切りくずが巻いてくると切りくずの流れも変化するので、挽き目も悪くなる上、最悪の場合機械がストップしてしまう。安定した切りくずが排出されるということは、挽き目もきれいになるし、加工のトラブルが減少し、トータルの生産性もアップする



オイルホールドリルによる深穴ドリル加工。分断された切りくずがドリルの溝を通して排出されるため、切りくず絡みの心配がありません。

従来の切削による切りくず

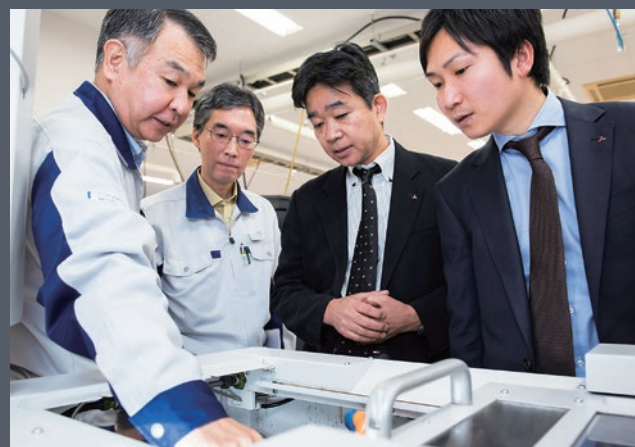
わけですから、我々も期待しています。

**中谷氏**：当社が開発した『LFV』を用いた切削では、切削時の空振り時間が、切りくずを細かく分断して排出するとともに、刃先の温度上昇を防ぎ、工具寿命の延長にもつながる可能性があると考えています。

## 難削材が「難削」材と呼ばれなくなる時代へ

ー 2014年にこの『LFV』を搭載した2軸旋盤『VC03』を発売しました。開発で苦労した点はどんなところでしょうか。

**中谷氏**：『VC03』の主な特長はP4下図の通りですが、開発段階では、そもそも機械は振動させてはいけないもの、というのが基本的な概念ですから、それを無理やり振動させることに悩まさがありません。『LFV』の振動周波数が、機械の固有振動数と合ってしまうと、機械全体が共振してしまってそれこそ加工ができ



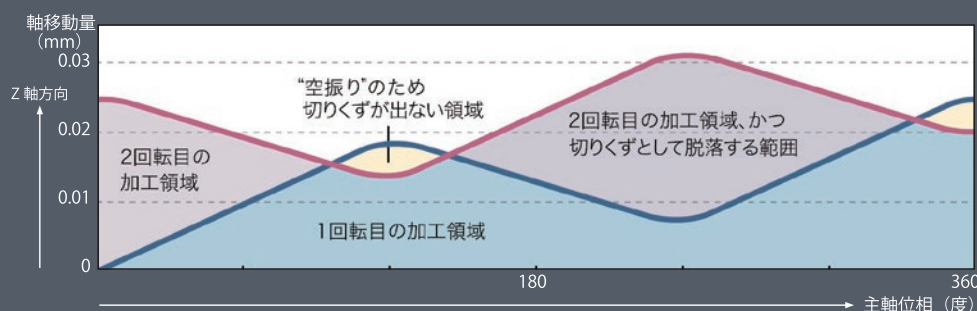
なくなる。このあたりは注意しながら開発を進めました。『LFV』の有用な機能は、「切りくずの確実な切断が可能になる」ことに加え、加工条件次第では「切削抵抗が減少する」「切削点の加工温度が上昇しにくい」「工具寿命が延びる」といったことが期待できるなど、まさに“生産革新ソリューション”になると考えています。

## 低周波振動切削『LFV』※とは？

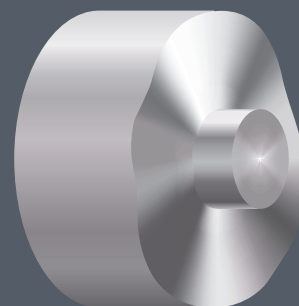
シチズンマシナリー(株) **独自の制御技術**によりサーボ軸を切削方向に振動挙動させ、その振動が主軸回転と同期しながら切削します。さらに、切削中に“空振り”時間を設けることにより、**切りくずを細かく断続的に排出**させる特徴を持っています。これにより、

難削材の加工や深穴加工においても、切りくず絡みによる問題を一挙に解決することが可能となりました。低周波振動切削は、多彩な加工形状と幅広い被削材質に対応し、**汎用性に優れた最新の切削技術**です。

■主軸1回転あたりのZ軸方向移動量と低周波振動の波形



■切削イメージ



※LFVはシチズン時計株式会社の登録商標です。

※『個の量産』は、シチズン時計株式会社の登録商標です。

シチズンマシナリー 三宮氏：我々があれこれ考え抜いて、手を尽くした技術が、加工で困っていたお客様を解決に導くことができたとなると、達成感がありますね。製品発表以来、『LFV』の技術を喜んでもらえ、高い評価をいただいているのは嬉しいことです。

ー将来的に製造現場は  
どう変化するとお考えでしょうか。

中谷氏：シチズンマシナリーは、2013年から事業コンセプトとして『個の量産』※を提唱しています。これは大量生産にも、一つ一つ違う部品が加工される多品種少量生産にも同じ効率で対応・両立させ、どのような生産においても高生産性を実現しようとするものです。さまざまな形状や素材のワークが次々と流れてくるようになるわけですから、切りくず絡みをプログラムで都度

調整しているわけにはいかなくなります。あらゆる材料、あらゆる加工に対応できる『LFV』のような、新たな加工技術が確実に必要になってくると考えています。

三宮氏：もっと視野を広げると、現在、難削材と呼ばれているものも難削材じゃなくなる…というようなところまでもっていきたいと思っています。難削材でも切りくずが絡まず、細かくなっているのので、取り扱いも楽になりますし、切りくずの容積も、条件により1/3から1/5に減ります。切りくず容積が減るということは、リサイクル業者のトラック引き取り回数も減ることなので環境にも優しいですよ。

中谷氏：『LFV』は、今後加工技術の考え方を大きく変える可能性があると思っています。『LFV』を前提とした考え方によって、工具の形状も変わるし、工具レイアウトも変わってくる。切りくずが絡まない、という前提になった瞬間に、加工を取り

# 新しい技術や工作機械の進化を視野に いれた、開発

**CUTTING EDGE**  
CITIZEN MACHINERY × MITSUBISHI MATERIALS

巻くさまざまな設計の自由度が増します。あらゆる可能性が将来的に広がると思っています。いろんな研究テーマが生まれていくでしょうし、工具メーカーさんとしても相当研究が必要となってくるのではないのでしょうか。

大分：工具の形状だったり、ホルダーの配置だったり、この技術にどのような工具が合致するのか、共に考えると面白いですね。ひょっとしたら加工現場の根底を変えられるかもしれない。

中谷氏：大型機の加工例として、長くつながった切りくずを取りながら加工しなければならないということもあるようです。そのためにドアをあけた状態で切りくずを引っ張り出しながら加工するなど、安全面で問題がある。高額な被削材を切りくず絡みによる傷などで無駄にはできないことから、そうした作業を行わざるをえないのだと思いますが、怪我をしてしまうリスクのある危険な行為です。『LFV』技術を使えば、切りくずの問題が発生しないので、自動でも安心して機械が動かせるようになるはずですよ。

VC03で販売を開始したこの『LFV』は、当社の他機種へも適用できるよう今後開発を進めていきますので、適用できるワーク範囲も広がっていくと考えています。

佐藤：我々も、お客様の立場に立って、工具開発に注力していますから、世界中の加工現場に革新をもたらす加工方法を提供できればと考えています。

大分：当社としても現在、先端技術開発チームを立ち上げたので、ぜひとも活用していただければ嬉しいです。若手もどんどん挑戦して工具を開発しています。

佐藤：今回の『LFV』により機械側で確実な切りくず排出が可能になれば、工具に本来持たせたい能力を付与した新しい工具や、『LFV』に特化した工具など、全く新しい製品が生まれる可能性を感じることができました。こうした新しい技術や工作機械の進化も視野に入れて、今後も加工現場の皆様のお役に立てる工具開発に注力していきたいと思っています。

2016年4月三菱マテリアル発行 YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO 003より引用。掲載の役職は取材当時のものとなります。



シチズンマシナリー株式会社  
開発本部開発企画部副部長 中谷 尊一氏



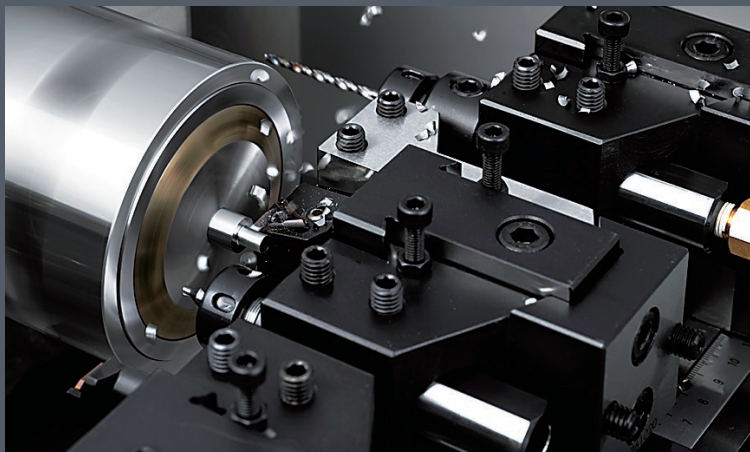
シチズンマシナリー株式会社  
開発本部ソリューション開発課課長 三宮 一彦氏



三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー  
営業本部 部長補佐 大分 義光

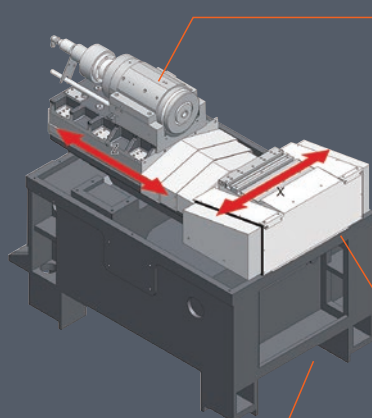


三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー  
開発本部 ドリル・超高压開発センター 佐藤 晃



## 『VC03』高精度のための機械構造

ヒートシンメトリック構造のフレームとベッドをはじめ、ウイングタイプヘッドストック、別置式のクーラントタンクは、経時熱変位や加工熱を機械本体に伝えないための基本コンセプトです。また、強制冷却機能付ビルトインモーターは、ベルトレスで振動が少なく、スムーズな回転が得られ、抜群の形状精度を発揮します。サービスタイム3.5秒の高速ガントリーローダーやIN/OUTストッカー等の周辺装置を組み合わせることによりさまざまな自動化ニーズに対応します。



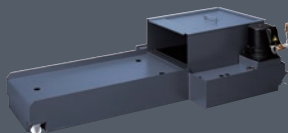
### ■ウイングタイプヘッドストック

主軸部はウイング部分のみがスライドと接し、スリーブ中央部が浮いた構造となるので、スピンドルの放熱が均等な上、ヘッドストックに熱を伝えにくい構造となっています。



### ■ヒートシンメトリック構造ベース

左右対称構造の一体鋳造ベースは、熱の伝わり方も左右対称となる利点を持ち、機械の発熱が加工精度に与える影響をクリアします。



### ■別置タンク

切削熱を吸収した切りくずやクーラントによる熱影響を抑えるため、クーラントタンクは別置分離式とし、脚間に収納しています。



LFV機能搭載NC旋盤『VC03』

※LFVはシチズン時計株式会社の登録商標です。

※「個の量産」は、シチズン時計株式会社の登録商標です。

## LFV搭載対象機

CITIZEN MACHINERY × MITSUBISHI MATERIALS



※LFVはシチズン時計株式会社の登録商標です。

## Cincom



主軸台移動形CNC自動旋盤  
Cincom L20



主軸台移動形CNC自動旋盤  
Cincom L12



主軸台移動形CNC自動旋盤  
Cincom L32



主軸台移動形CNC自動旋盤  
Cincom M16



主軸台移動形CNC自動旋盤  
Cincom M32



主軸台移動形CNC自動旋盤  
Cincom D25

## MultiStation Machining Cell



主軸台移動形CNC自動旋盤  
Cincom A20



マルチステーションマシニングセル  
MC20

## Miyano



LFV機能搭載NC旋盤  
Miyano VC03



主軸台固定形CNC自動旋盤  
Miyano BNA42GT



主軸台固定形CNC自動旋盤  
Miyano BNA42SY



主軸台固定形CNC自動旋盤  
Miyano ANX42SYY

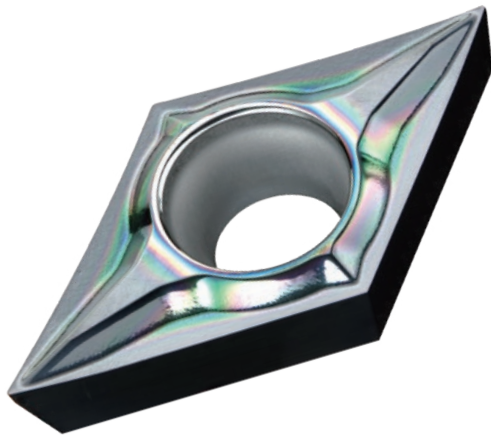
シチズンマシナリー株式会社ホームページ



小物高精度部品旋削加工用  
PVDコーテッド超硬材種

## MS9025/MS7025

掲載ページ P.8



汎用超硬ソリッドドリル

## TRISTARシリーズ DVAS

掲載ページ P.17



溝入れ突切り旋削工具

## GY/GW シリーズ

GYホルダ:GYSL1915JX00タイプ

※Cincom L32専用サイズをラインアップ

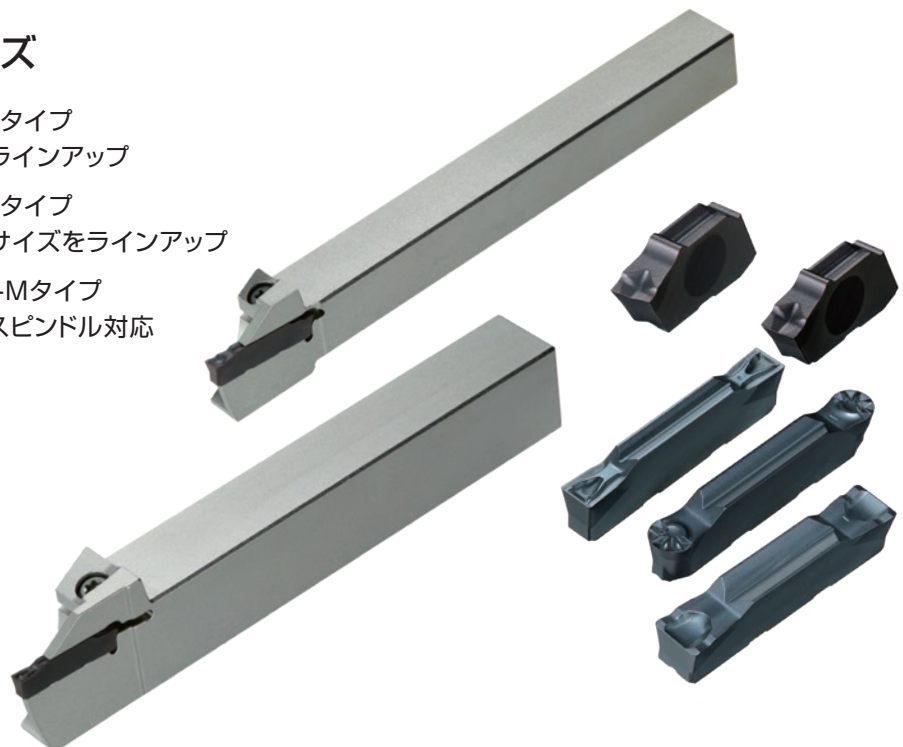
GYホルダ:GYSL2012JX00タイプ

※Miyano BNA42GTY専用サイズをラインアップ

GWホルダ:GWSL2020-〇〇-Mタイプ

※Miyano ANX42SYYサブスピンドル対応

掲載ページ P.25、P.27

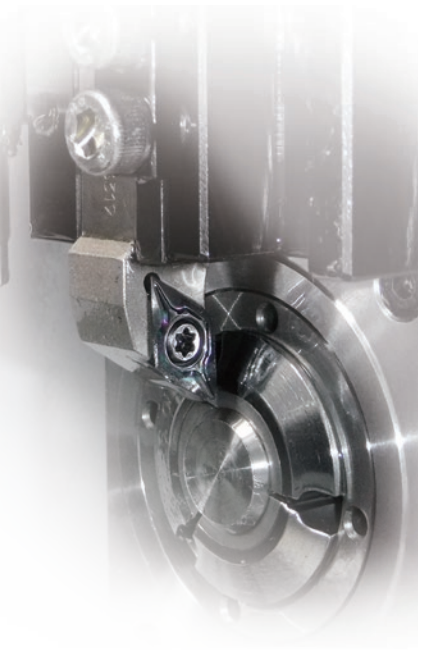


# 小型自動旋盤加工の変貌

小型自動旋盤で加工されるワークは、古くは時計部品から始まり、家電製品やプリンターシャフトなどの弱電部品や、小型の自動車部品がメインとなっていました。

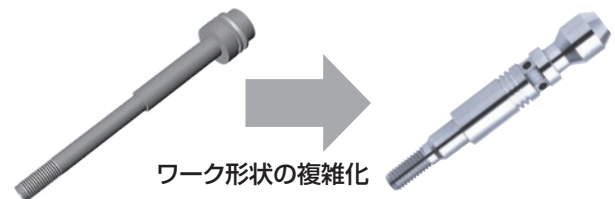
高精度加工が特長の小型自動旋盤は産業分野に欠かせない工作機械に成長し、近年では生産されるワークの種類が増加しています。

自動車部品では、小型部品向け加工用として限られていた用途が、近年の自動車電動化技術や、各種センシング制御向け部品加工には欠かせない存在となり、その他産業では、ロボットの制御部品やインプラントなどの医療用部品、身近なところでは水栓バルブなどの生活産業機器など、我々の生活には欠かせない部品加工を支えています。これらワークの変化に加え、高精度・高生産性・高品質な加工が求められています。



この変化により、被削材、ワーク形状は次のような課題となっています

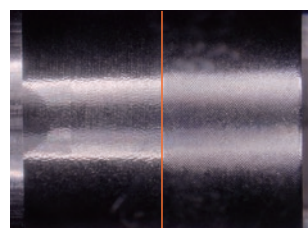
- ワーク形状の複雑化
- 難削材加工の増加
- 加工精度の厳しいワークの増加



シチズンマシナリー株式会社からLFV(低周波振動切削)技術が確立されたことで、三菱マテリアルは工具に本来持たせたい能力を付与した新しい工具や、LFVに特化した工具などの製品開発に注力し、商品化を行っています。



LFV



LFV

従来加工



従来加工

- 難削材での加工寿命の延長
- ゼロカットでの局所的な加工硬化対策
- 切込み負荷による耐欠損性や剛性の向上



※LFVはシチズン時計株式会社の登録商標です。

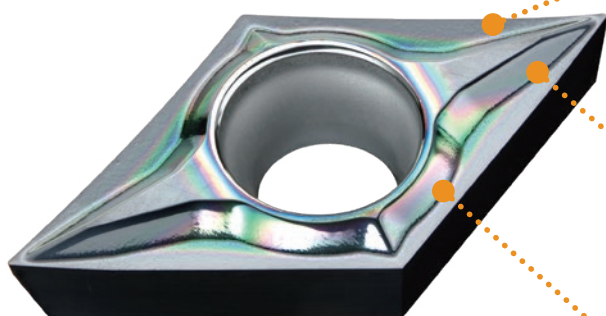
前挽き加工用新ブレーカシステム

# FS-Pブレーカ LS-Pブレーカ

## 『LFV』に最適化したブレーカ

微小～低切込み用

### FS-Pブレーカ



#### 曲線切れ刃

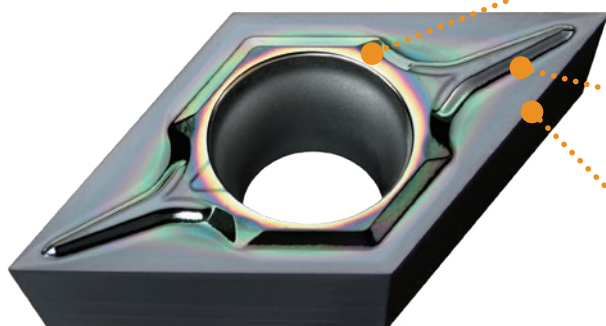
曲線切れ刃により切削抵抗の低減とスムーズな切りくず排出が可能です。被削材への食い付き性が良いため、食い付きと離脱を繰り返す振動切削に対し優位です。

#### 高いブレーカ壁

高いブレーカ壁により、確実に切りくずを分断し、切りくず排出時にワークを傷つけることを抑制します。

中～高切込み用

### LS-Pブレーカ



#### ポリッシュ(鏡面)仕上げ

耐溶着性を大幅に向上し、切りくず排出性を高めます。

#### 大きなポケット

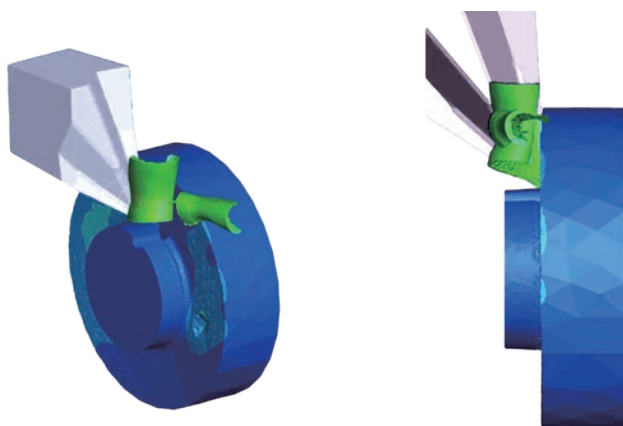
大きなポケットにより、高切込み時の切りくず排出性を高め、切りくず詰まりを抑制します。

#### 平行切れ刃

平行切れ刃により、高切込み時の耐欠損性を大幅に向上します。

## FS-Pブレーカによる『LFV』での切りくず分断シミュレーション

スムーズな切りくず分断と排出が確認できた。



#### <シミュレーション条件>

被削材: SUS304(Φ8バー材)  
切削速度:  $V_c=60\text{m/min}$   
送り量:  $f=0.05\text{mm/rev}$   
切込み量:  $a_p=2.0\text{mm}$   
振動数:  $D=1.5$   
振動比率:  $Q=2.0$

※LFVはシチズン時計株式会社の登録商標です。



環境調和認定製品  
については12ページ  
をご覧ください。

## 小物高精度部品旋削加工用PVDコーテッド超硬材種 MSシリーズ

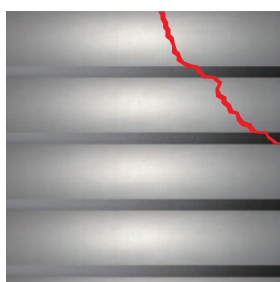
# MS7025 NEW

ナノ積層コーティングにより、  
低送り加工における耐溶着性と耐摩耗性を飛躍的に向上

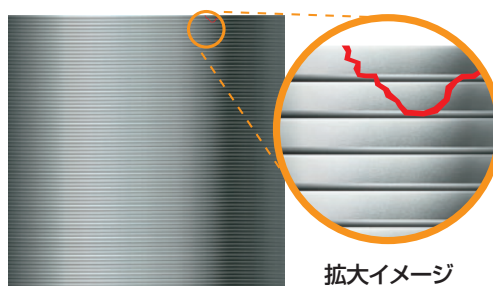
### 特長

#### ナノ積層コーティング

高潤滑のAlCrN層と高い硬さを持つAlTiN層をナノ積層技術で融合し、耐溶着性と耐摩耗性を飛躍的に向上しました。また、ナノレベルでの被膜組織を制御したことで、被膜損傷を大幅に抑制することに成功しました。



従来積層コーティング

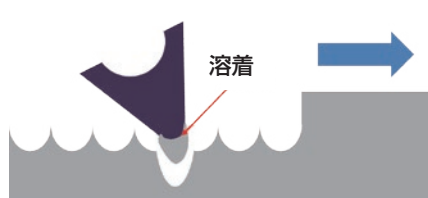
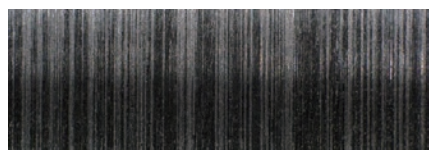


ナノ積層コーティング

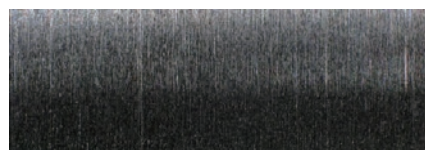
#### 高潤滑層の効果

ナノレベルの高潤滑層により低送り加工で発生しやすい溶着から生じる構成刃先を抑制し、加工面の傷を抑制します。

加工面



従来品



MS7025

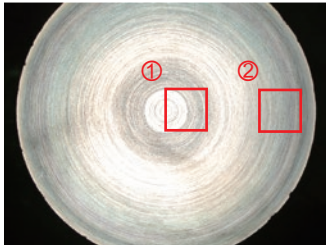


## 切削性能

### 端面加工での3D解析による加工面比較

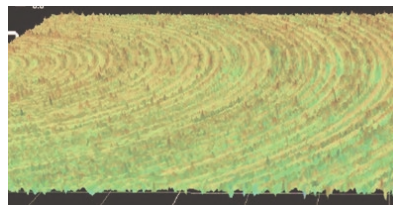
切削速度の変化しやすい端面加工でも安定した加工品位を実現します。

#### 被削材：S45C



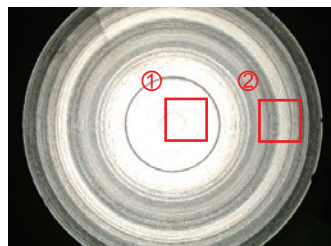
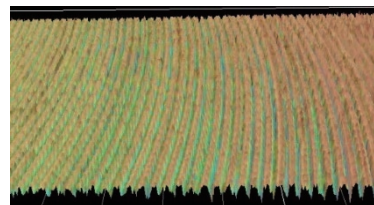
**MS7025**

①

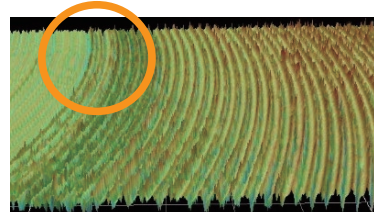
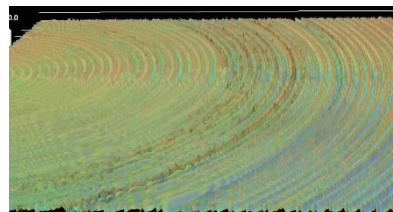


良好な仕上げ面

②

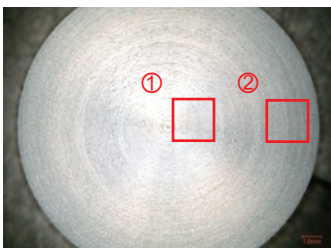


従来品



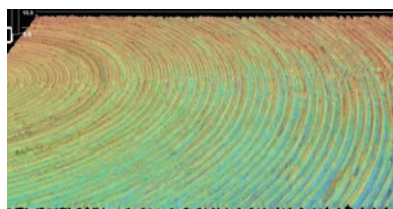
加工筋の原因となる表面性状の変化

#### 被削材：SUS304



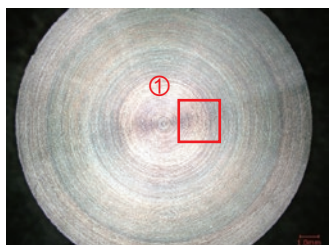
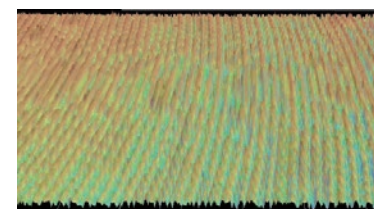
**MS7025**

①

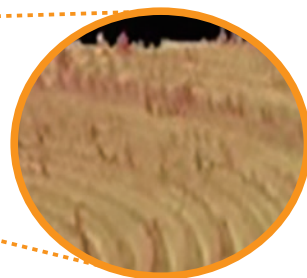
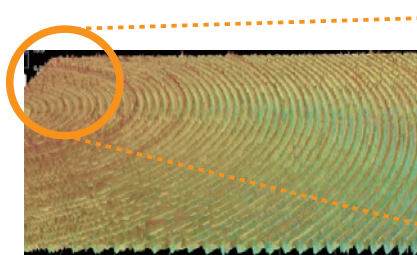


良好な仕上げ面

②

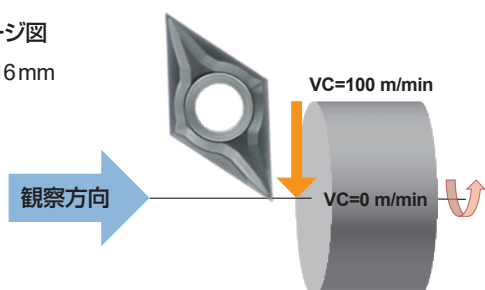


従来品



低速領域(中心付近)にムシレが発生

加工イメージ図  
被削材径 16mm



<切削条件>

被削材：上記  
インサート：DCGT11T302  
切削速度：vc = Max. 100 m/min  
送り量：f = 0.02 mm/rev  
切込み量：ap = 0.2 mm  
加工形態：湿式切削(油性)

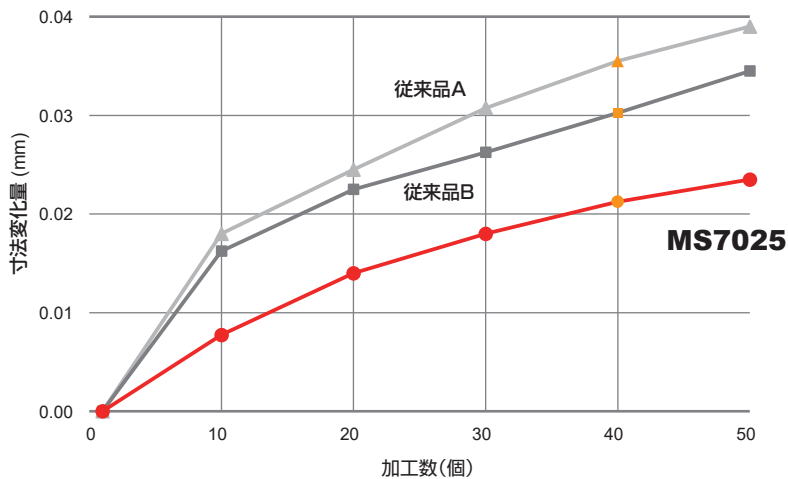


## 切削性能

### 低送り加工での寸法変化量比較

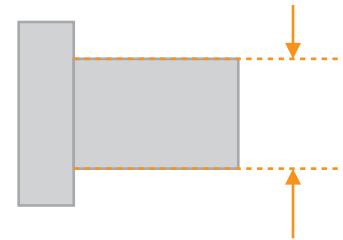
低送り条件の加工にて、寸法変化量が抑えられ、加工面品位も向上します。

#### 被削材：SUS440C



寸法変化量

加工数1個目を基準とした寸法変化量



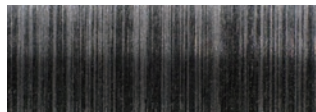
<切削条件>

被削材: SUS440C  
 インサート: DCGT11T301  
 切削速度:  $vc = 70 \text{ m/min}$   
 送り量:  $f = 0.02 \text{ mm/rev}$   
 切込み量:  $ap = 1.5 \text{ mm}$   
 加工形態: 湿式切削(油性)

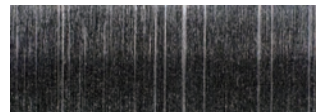
加工数40個加工後撮影



MS7025

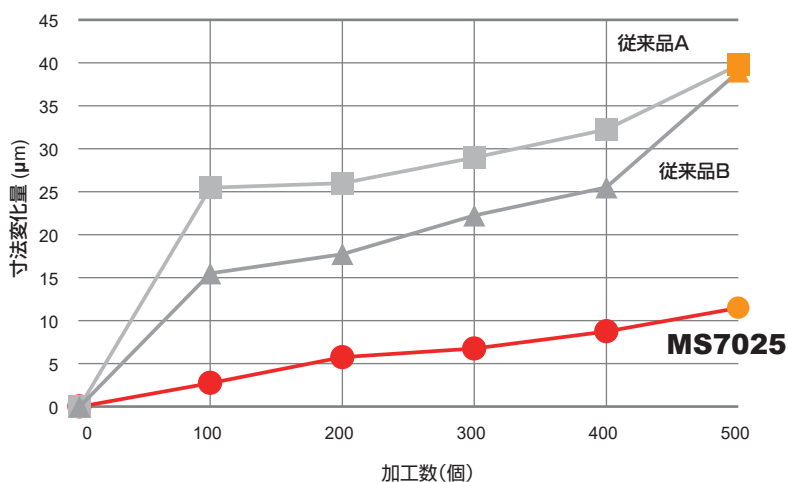


従来品A



従来品B

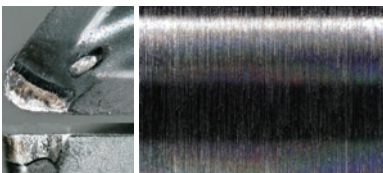
#### 被削材：ELCH2S



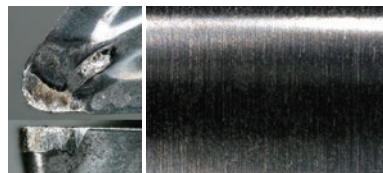
<切削条件>

被削材: ELCH2S  
 インサート: DCGT11T302  
 切削速度:  $vc = 240 \text{ m/min}$   
 送り量:  $f = 0.03 \text{ mm/rev}$   
 切込み量:  $ap = 0.3 \text{ mm}$   
 被削材長さ: 15mm  
 加工形態: 湿式切削(油性)

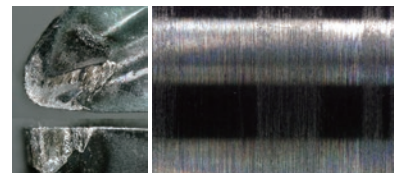
加工数500個加工後撮影



MS7025



従来品A



従来品B

## 日本機械工具工業会(JTA)認定環境調和製品

この製品は、機械工具業界として地球環境に配慮し、機械工具業界の社会的責任を果たして行くことを目的に設けられた業界独自の評価制度で環境に調和する製品であることを日本機械工具工業会より認定されています。

認定には製品の製造段階、ユーザーの使用段階を通じての環境負荷を判断基準とし、その評価得点により3つの★が付与されます。

★ 40-59点   ★★ 60-79点   ★★★ 80点以上



## 人と社会と地球のために

環境や社会問題への三菱マテリアルの取り組みについて

<https://mmc.disclosure.site/ja/>





環境調和認定製品については12ページをご覧ください。

小物高精度部品旋削加工用PVDコーテッド超硬材種

# MS9025

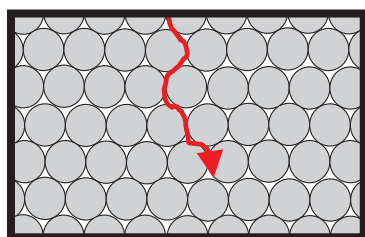
バランスの取れた耐摩耗性と耐欠損性、  
ステンレス鋼の境界摩耗を徹底抑制

## 特長

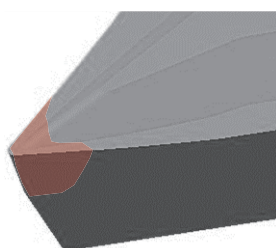
### 超硬合金母材の最適化

主成分のWC(炭化タングステン)粒子を最適化することで、粒子の境界数を抑制し熱伝導率を向上しました。これによりステンレス鋼における境界摩耗の原因ともいえる、切削時の刃先温度の上昇を抑制します。

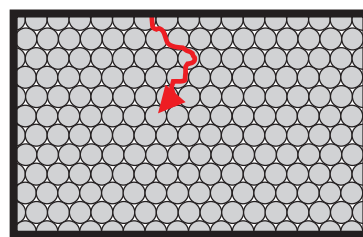
#### MS9025



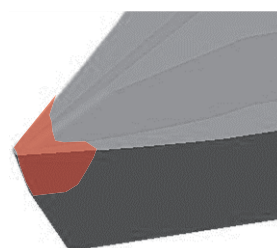
熱伝導率の向上で刃先は比較的低温



#### 従来品



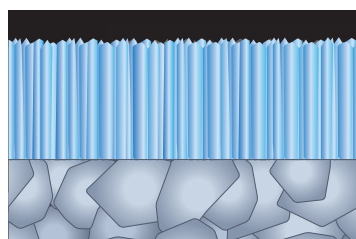
境界数が増加し刃先は高温のまま



### コーティング層の均一化

超硬合金表面の平滑化により、被膜の結晶成長方向を均一化することで被膜表面の平滑化に成功しました。これにより耐溶着性に優れた安定した旋削加工を実現しました。

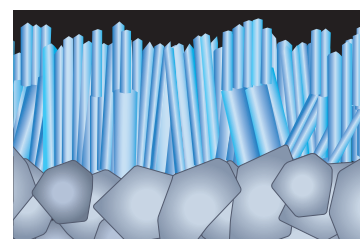
#### MS9025



母材表面が平滑

一定方向に成長した被膜  
被膜表面も平滑で耐溶着性に優れる。

#### 従来品



母材表面が凹凸

ランダムに成長した被膜  
空隙・欠陥などによる性能低下。

\*イメージ図



## LFV(低周波振動切削)技術での性能

工具を切削方向に振動させることで、切りくずを細かく分断しながら加工

⇒切りくず絡みがなくなることにより加工コストの抑制、生産効率の向上に貢献



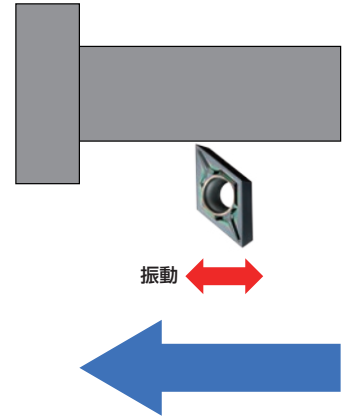
例)振動がない場合



振動数=0.5/rev



振動数=1.5/rev



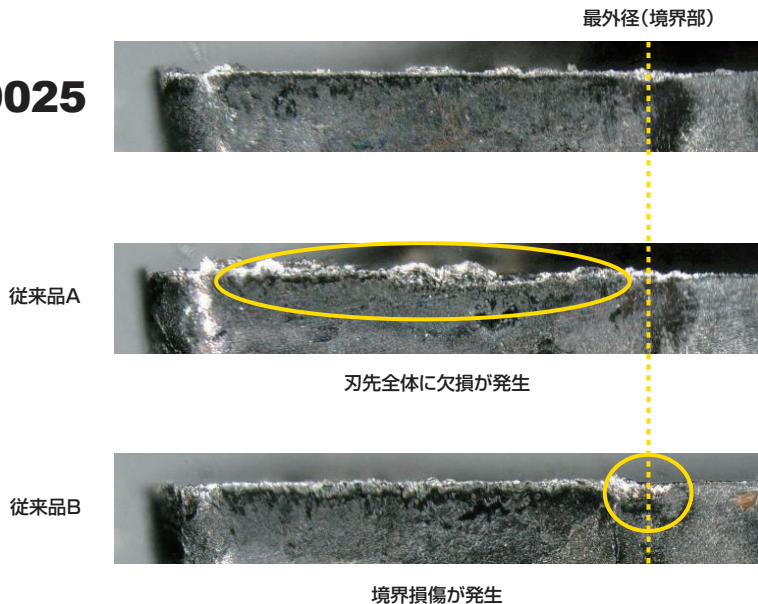
振動切削の課題：一般的な切削加工と比較し、加工中に振動が生じることによる刃先負荷や性質上加工硬化を起こした部位への衝撃によって、刃先に欠損(チッピング)が生じる可能性がある。

## MS9025の『LFV』におけるの特長

- ① 高い母材靱性により、耐欠損性に優れます。
- ② 粗粒WCによる高熱伝導率によって刃先の発熱を抑制し、刃先強度の低下を低減できることで、ステンレス鋼など加工硬化しやすい被削材での境界損傷抑制に効果を発揮します。

15m/pass×500pass加工後での撮影

### MS9025

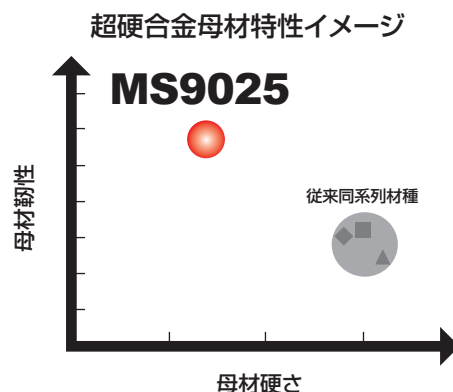
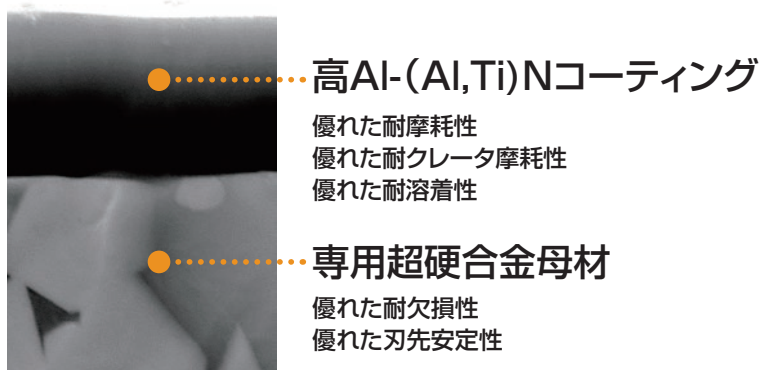


<切削条件>

被削材: SUS304  
 インサート: DCGT11T302M  
 切削速度:  $vc = 100 \text{ m/min}$   
 送り量:  $f = 0.05 \text{ mm/rev}$   
 切込み量:  $ap = 1.0 \text{ mm}$   
 振動モード: モード1  
 加工形態: 外径連続切削加工  
 湿式切削(油性)

※LFVIはシチズン時計株式会社の登録商標です。

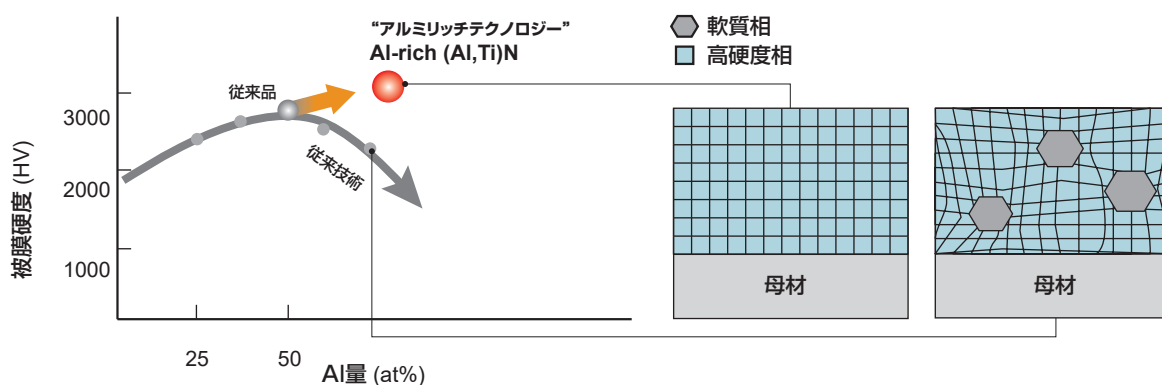
## バランスの取れた耐摩耗性と耐欠損性



## アルミリッチテクノロジー

### 従来(AI,Ti)Nに比べ飛躍的にAl含有量をアップ

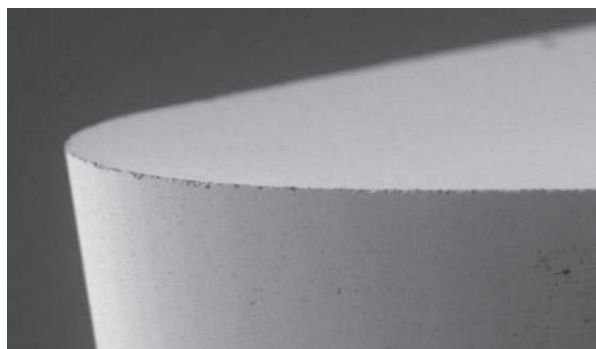
Al含有量をアップした“アルミリッチテクノロジー”により、被膜硬度向上および高硬度相安定化が図られ、耐熱合金、電磁ステンレス鋼旋削加工時の耐摩耗性、耐クレータ性、耐溶着性を大幅に改善しました。



## 刃先の高品位化

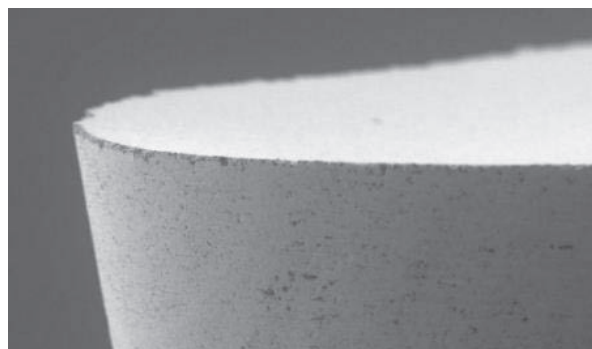
刃先をきわめて高品位にすることにより、寸法安定性とワークエッジ部のバリ発生を低減します。

### MS9025



Rz=0.14  $\mu\text{m}$

### 従来品

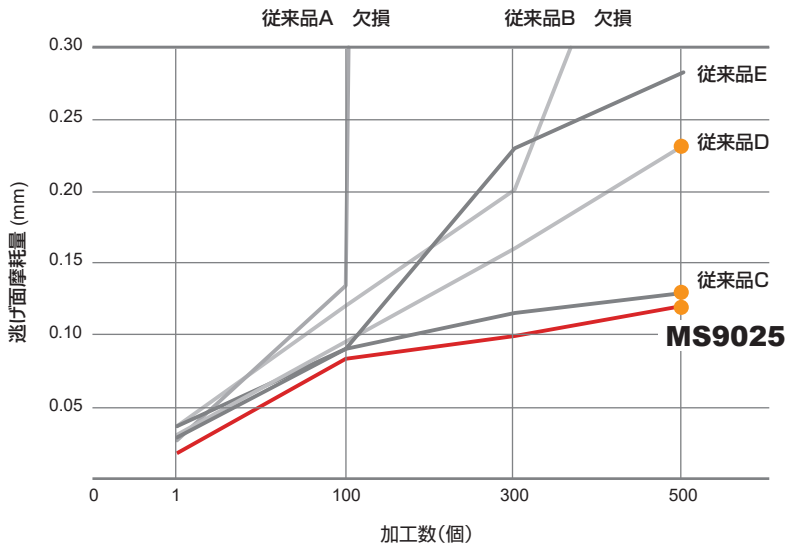


Rz=0.61  $\mu\text{m}$



## 切削性能

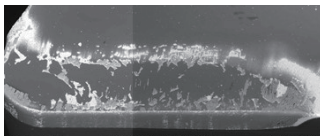
### ステンレス鋼SUS440C 耐摩耗性比較



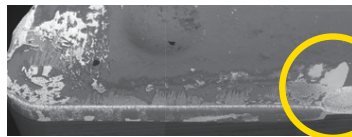
#### <切削条件>

被削材: SUS440C  
 インサート: DCGT11T302  
 切削形態: 外径連続切削加工  
 切削速度:  $vc = 100 \text{ m/min}$   
 送り量:  $f = 0.08 \text{ mm/rev}$   
 切込み量:  $ap = 1.0 \text{ mm}$   
 加工形態: 湿式切削(油性)

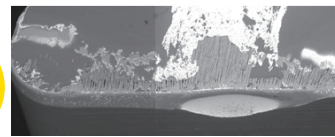
加工数500個加工後撮影



MS9025



従来品C フレッキング発生

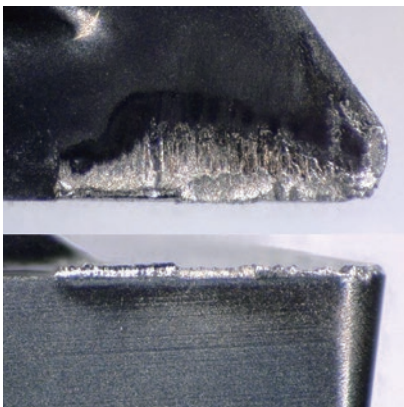


従来品D 母材露出発生

### ステンレス鋼SUS304 加工後刃先比較

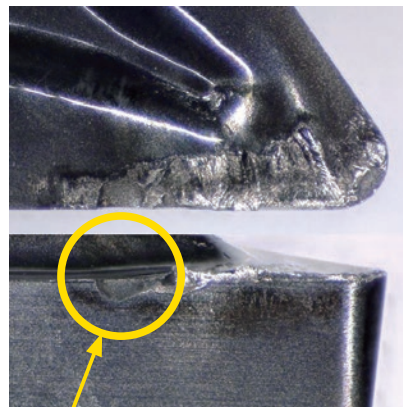
加工数 500個での撮影

#### MS9025



VB=0.03mm

#### 従来品



境界損傷

VB=0.07mm

#### <切削条件>

被削材: SUS304  
 インサート: DCGT11T302  
 切削形態: 外径連続切削加工  
 切削速度:  $vc = 57 \text{ m/min}$   
 送り量:  $f = 0.03 \text{ mm/rev}$   
 切込み量: 荒  $ap = 0.05 \text{ mm}$   
 仕上  $ap = 0.02 \text{ mm}$   
 加工形態: 湿式切削(油性)

汎用超硬ソリッドドリル

TRISTARドリルシリーズ

# DVAS

Mini サイズ  $\phi 1.0\text{mm} - \phi 2.9\text{mm}$   
L/D=2 - 50

待ちなし、折れなし、曲がりなし、  
細穴加工の常識を覆す『5つの新技術』



進化した独自クーラント穴形状

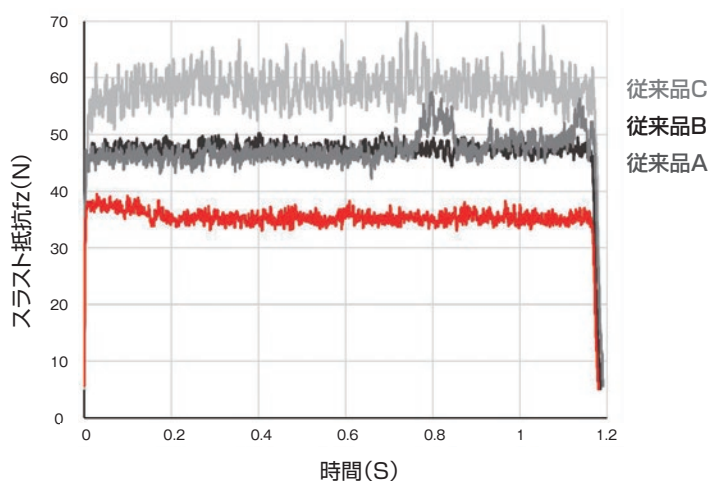


DVAS



従来品

新XRシンニング



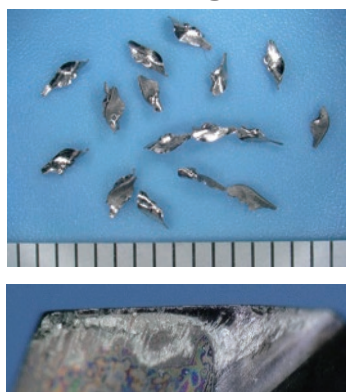


環境調和認定製品  
については12ページ  
をご覧ください。

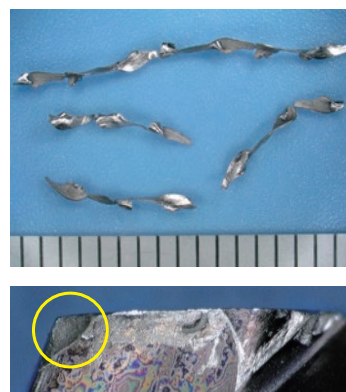
# 『LFV』加工時の切りくず排出性向上

## タフでエッジの効いた切れ刃デザイン

DVAS



従来品



クレータ損傷大、  
肩部欠損発生

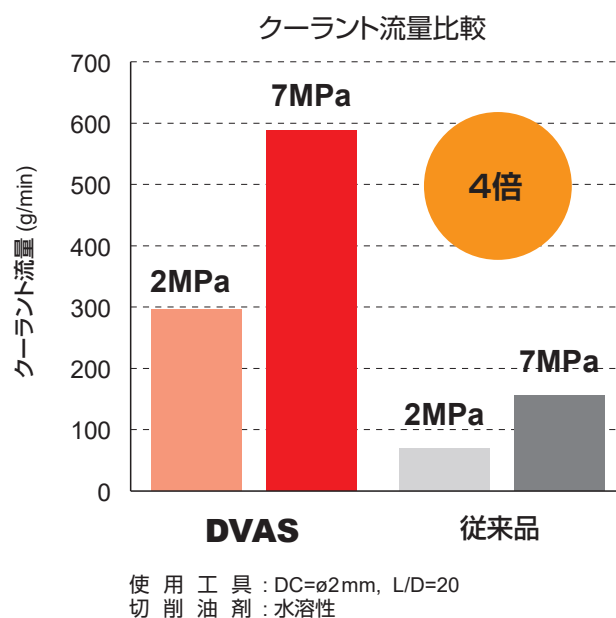
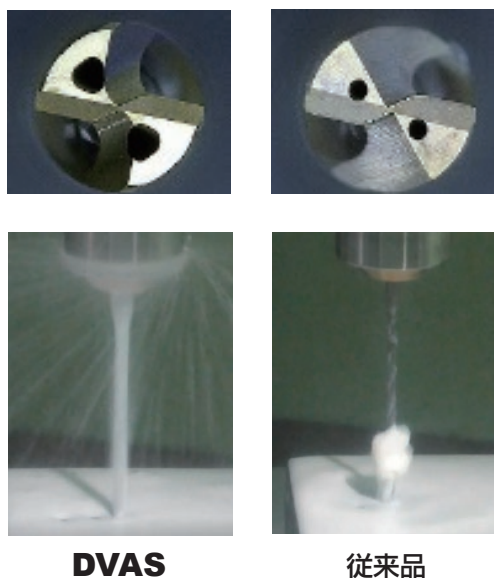
切りくず処理と寿命安定化で  
これまでの常識を覆す高生産性

## タフでユニークなフォルム

新材種 **DP1120**

## 三菱独自で進化したクーラント穴形状『TRI-Coolingテクノロジー』

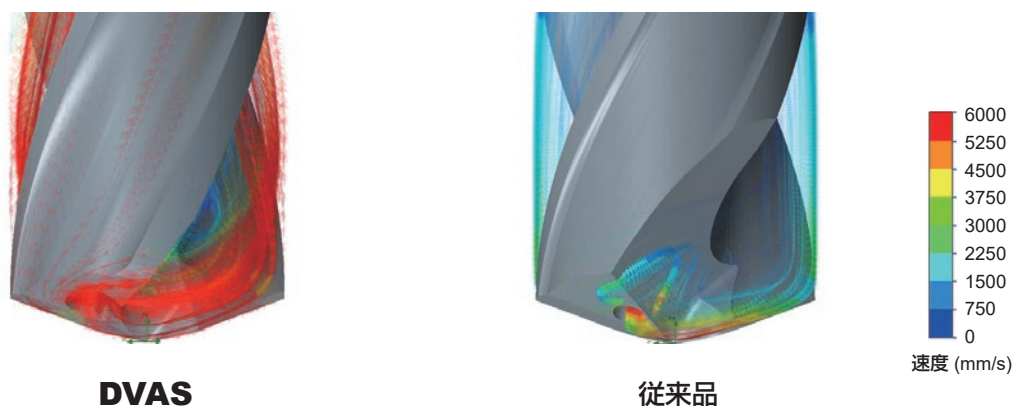
小径ドリルに最適化したTRI-Coolingテクノロジーの採用により、クーラント吐出量が従来比の2倍以上を達成しました。切りくず排出性、切削熱の排熱性が格段に向上し、寿命安定性に大きく寄与します。

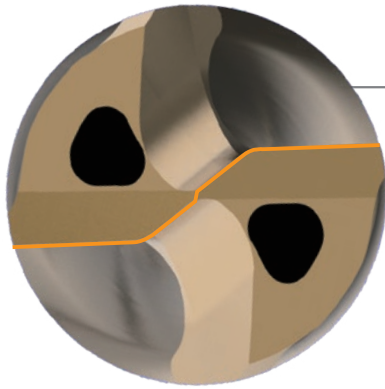


## 優れた冷却効果により刃先損傷を抑制し、長寿命に貢献する大きなクーラント穴

クーラント吐出量が増加したことで、効率的に刃先を冷却することが可能です。従来内部クーラントで難しかった設備環境、油性の切削油剤でも確実に吐出します。

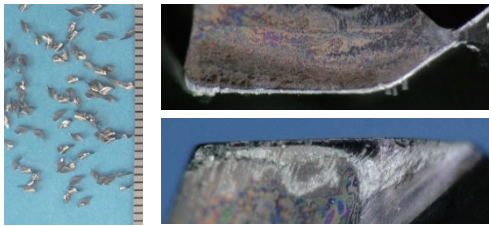
シミュレーション解析による、クーラント流速比較



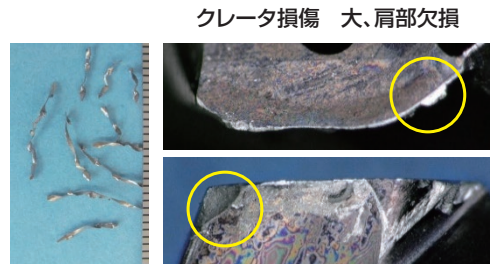


## タフでエッジの効いた切れ刃デザイン

ストレートな主切れ刃とシンニング切れ刃を滑らかな円弧で連続的に繋ぐデザインにより、耐欠損性を向上させました。加えて、すくい面にはランド部を設けることで、耐クレータ摩耗性、切りくず処理性が格段に向上しました。



**DVAS**



クレータ損傷 大、肩部欠損

従来品

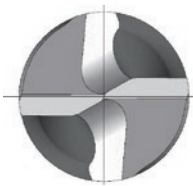
<切削条件>

被削材 : SCM440  
使用工具 : DC=φ2mm, L/D=20  
切削速度 :  $v_c = 50 \text{ m/min}$   
送り量 :  $f_r = 0.06 \text{ mm/rev.}$   
加工形態 : 湿式切削, 水溶性, 2MPa

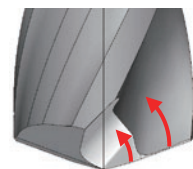
## 新XR形シンニング 切りくず処理と負荷低減の最適化

シンニング切れ刃で生じた切りくずをスムーズにカールさせ、切りくず流れを整流化することにより、低抵抗かつ優れた切りくず分断性能を実現します。

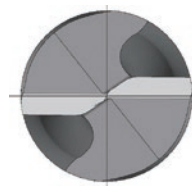
**DVAS**



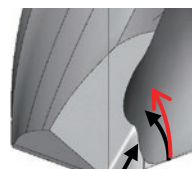
R形状のシンニングスペースを確保することで、シンニング切れ刃と主切れ刃の切りくず流れが整えられ、コンパクトかつ綺麗にカールします。



従来品



切りくずが伸びることで、切りくず排出は困難となり、切りくずつまりを生じやすくなります。

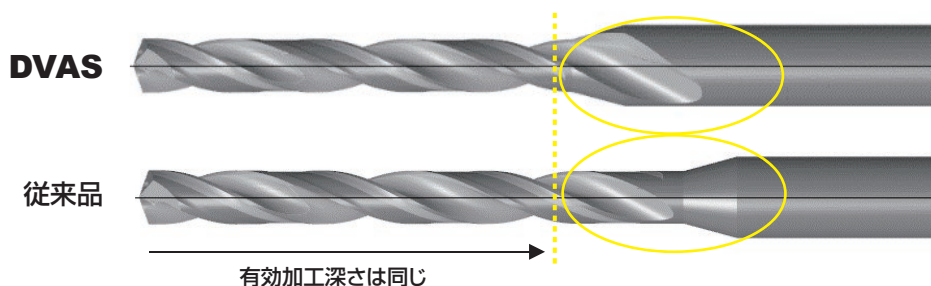


<切削条件>

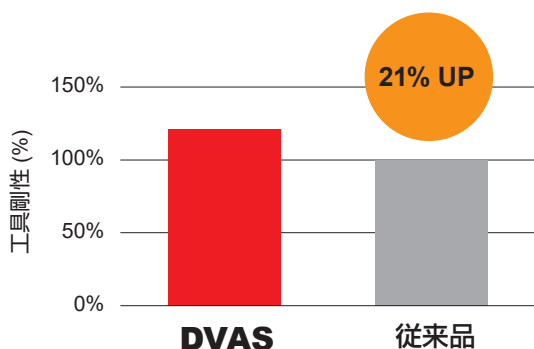
被削材 : SCM440  
使用工具 : DC=φ2mm, L/D=20  
切削速度 :  $v_c = 50 \text{ m/min}$   
送り量 :  $f_r = 0.06 \text{ mm/rev.}$   
加工形態 : 湿式切削, 水溶性, 2MPa

## 曲がりを抑えたタフでユニークなフォルム L/D=2, 7, 12に適用

ショートドリルには、首下部の長さが最小限となる独自デザインを採用し、工具剛性の向上と切りくず排出性の確保を両立させました。切りくず排出領域をテーパ部にかけて設定することで、従来のデザインよりも工具剛性が20%程度向上し、穴曲がりの抑制と穴位置精度を向上させます。



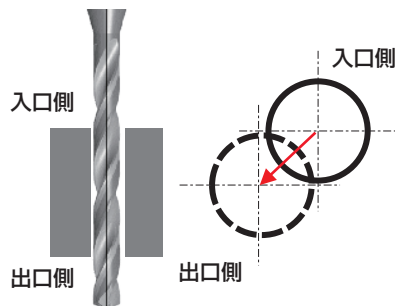
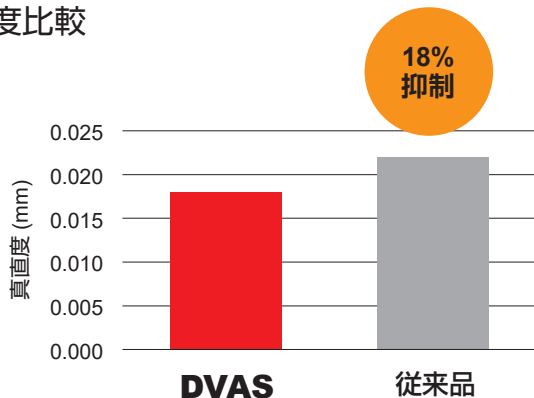
### 工具剛性比較



#### <解析条件>

解析モデル : DC=φ2mm, L/D=7  
 全長 : OAL= 60mm  
 束拘面 : シャンク端0-30mmの範囲  
 荷重 : 逃げ面部からZ方向へ分布荷重 140N

### 真直度比較



#### <切削条件>

被削材 : SCM440  
 使用工具 : DC=φ2mm, L/D=7  
 切削速度 :  $vc= 70\text{ m/min}$   
 送り量 :  $fr= 0.08\text{ mm/rev.}$   
 穴深さ : 10mm  
 加工形態 : 湿式切削, 水溶性, 5MPa  
               ハイドロチャック  
 加工穴数 : 100穴



## 加工事例

### 自動旋盤における加工能率比較

ガンドリルに対して加工能率は10倍。合金鋼やステンレス鋼でも高能率で安定加工を実現します。

#### SCM435の場合

##### 従来ガンドリル一般的な切削条件

<切削条件>

使用工具 : DC=φ2mm, L/D=50

切削速度 :  $vc=50\text{ m/min}$

送り量 :  $fr=0.007\text{ mm/rev.}$

穴深さ : 100mm

加工形態 : 湿式切削, 油性, 15MPa

加工時間 107.8秒/穴

##### DVAS加工動画



##### DVASドリル切削条件

<切削条件>

使用工具 : DC=φ2mm, L/D=50

切削速度 :  $vc=50\text{ m/min}$

送り量 :  $fr=0.07\text{ mm/rev.}$

穴深さ : 100mm

加工形態 : 湿式切削, 油性, 15MPa

加工時間 10.8秒/穴



YouTube

#### SUS304の場合

##### 従来ガンドリル一般的な切削条件

<切削条件>

使用工具 : DC=φ2mm, L/D=50

切削速度 :  $vc=40\text{ m/min}$

送り量 :  $fr=0.005\text{ mm/rev.}$

穴深さ : 100mm

加工形態 : 湿式切削, 油性, 15MPa

加工時間 188.4秒/穴

##### DVAS加工動画



##### DVASドリル切削条件

<切削条件>

使用工具 : DC=φ2mm, L/D=50

切削速度 :  $vc=40\text{ m/min}$

送り量 :  $fr=0.05\text{ mm/rev.}$

穴深さ : 100mm

加工形態 : 湿式切削, 油性, 15MPa

加工時間 18.8秒/穴



YouTube



## 自動旋盤での加工能率改善事例

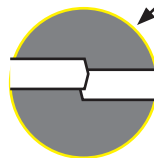
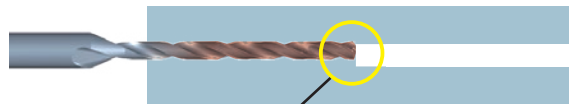
DVASはサイクルタイムを大幅に短縮し、安定加工を実現します。

### 従来品での加工工程 トンボ加工

第一工程 片側を止まり穴で加工



第二工程 ワークを持ち替え貫通穴にする。



段差・食い違いが発生しやすい

加工時間  
20分

### DVASでの加工工程

第一工程 片側からいっきに貫通穴加工



加工時間  
1分程度

#### DVAS

<切削条件>

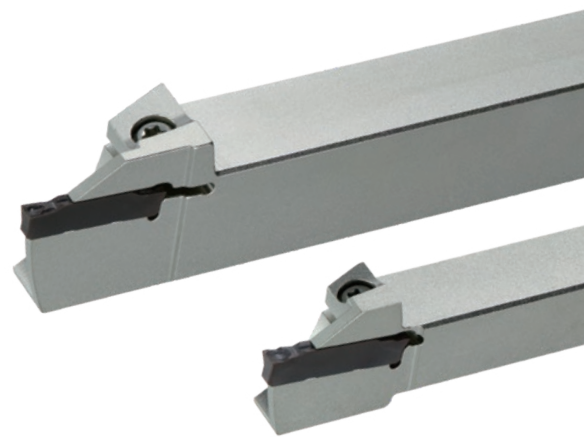
被削材 : S45C  
 使用工具 : DC=φ2.5mm, L/D=50  
 切削速度 :  $vc = 70 \text{ m/min}$   
 送り量 :  $fr = 0.09\text{--}0.12 \text{ mm/rev.}$   
 穴深さ : 117mm  
 加工形態 : 湿式切削, 油性, 7MPa



溝入れ旋削工具

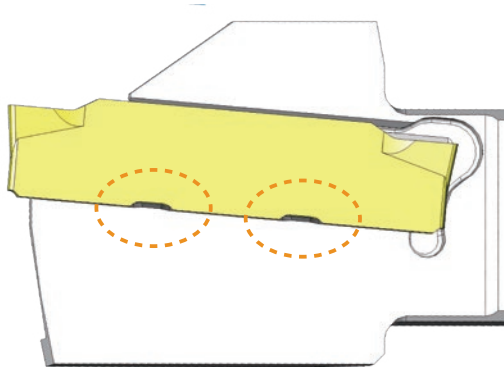
# GY シリーズ 溝切削革命

独自の締結システムが実現した信頼の溝入れ加工。

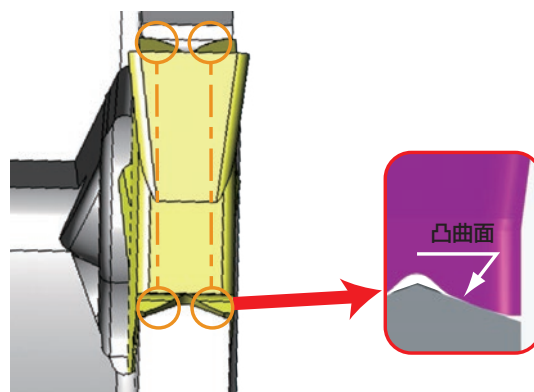


## 高信頼のインサートクランプ

セーフティ・キーにより、  
インサートの動きをロックします。



凸曲面受けにより、  
高精度にクランプします。

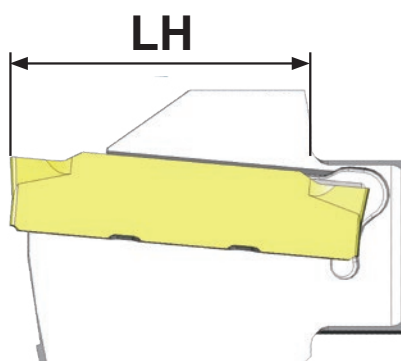


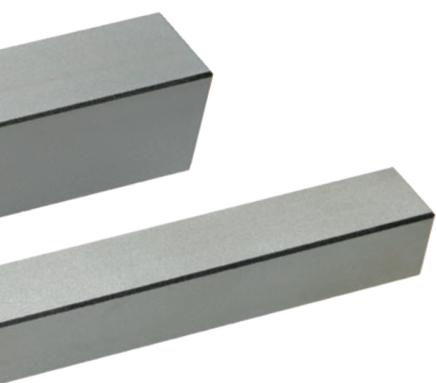
## 小物高精度加工用ホルダ

高剛性を極めた新形状で、振動・寸法変化を抑え、  
突切り加工時のトラブルを解決

## 使用機械に最適化した突き出し量

CNC自動盤のくし刃機、タレット機の最大加工径のツーリングに対応したヘッド長さ





環境調和認定製品



アイテム表等詳しくはこちらから

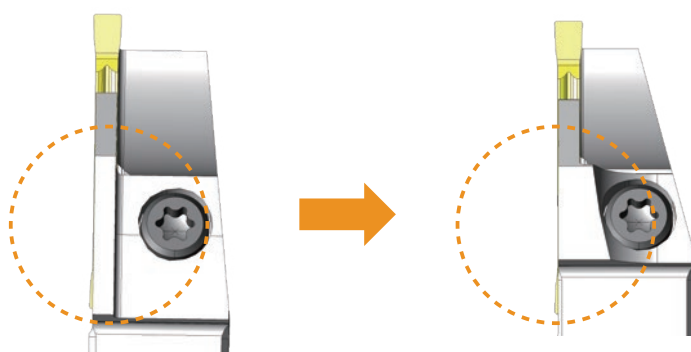


環境調和認定製品については12ページをご覧ください。

## 高剛性ホルダの特長

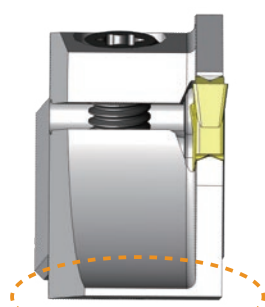
### 強固な上あご

より強固に進化した上あごは、びびり振動を抑制します。

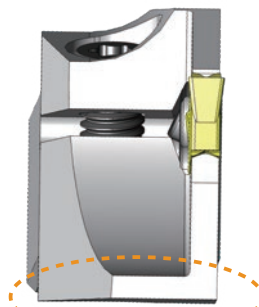


### 変動しない下あご

切削中の負荷(切削抵抗)により、加工中でのインサートの芯が下がる現象を大幅に抑制します。

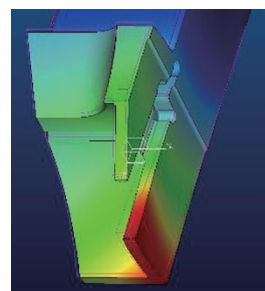


シミュレーション解析  
変位量: 0.044



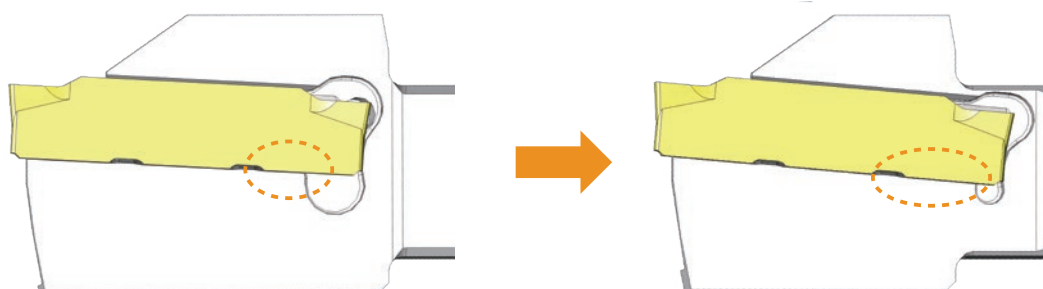
シミュレーション解析  
変位量: 0.013

シミュレーション解析



### インサート装着の強化

インサートの装着面積を拡大することで、ワーク形状の変形(たわみ)を抑制します。



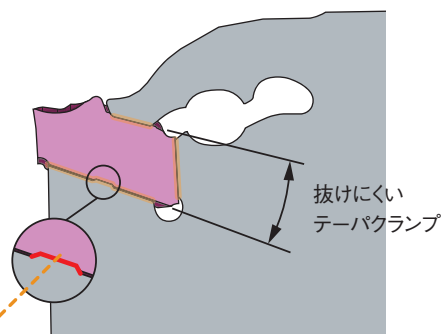
溝入れ突切り旋削工具

# GWシリーズ

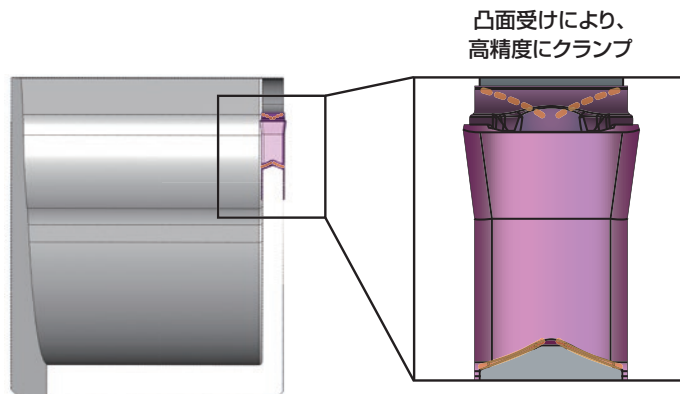


環境調和認定製品については12ページをご覧ください。

## 高信頼のインサートクランプ

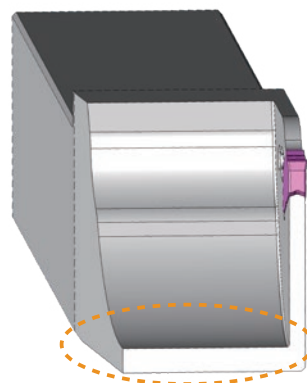
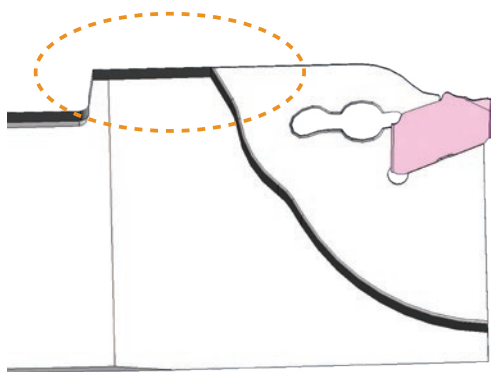


セーフティ・キーにより、インサートの動きをロック



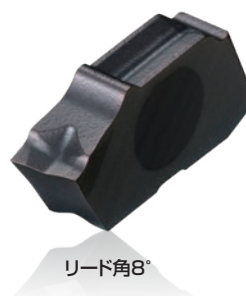
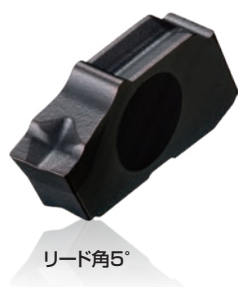
## 高剛性ホルダを採用

GYと同様の高剛性ホルダにより、びびり振動やたわみが抑制され、仕上げ面の向上や芯残りを抑制します。



## 低抵抗インサートと強リード角インサートを追加

リード角8°と低抵抗インサートを追加し、バリや芯残しを抑制します。



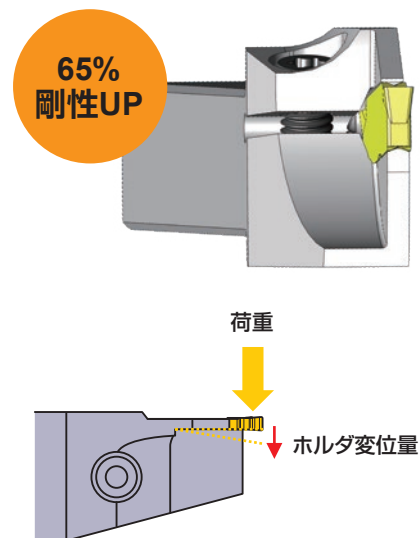
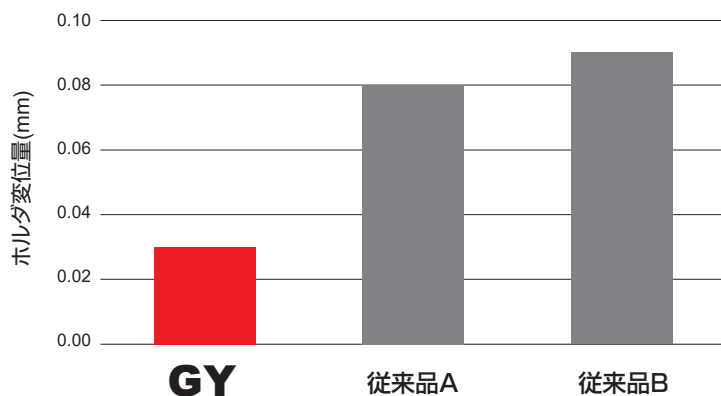


## 切削性能

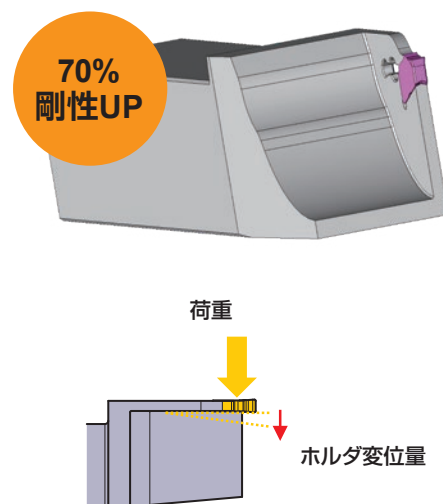
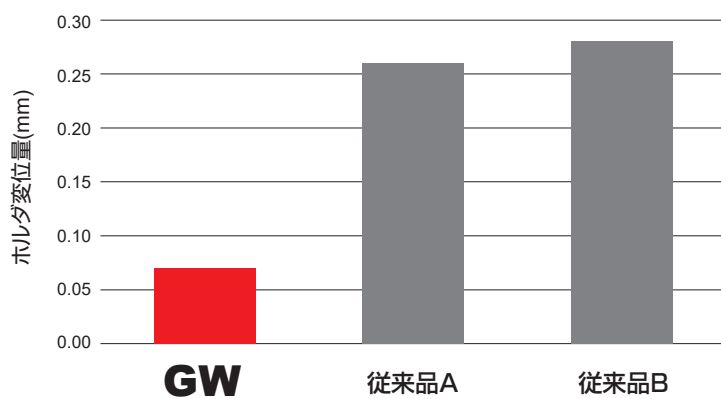
### 小物高精度加工用ホルダ変位量比較

高剛性ホルダにより、びびり振動やたわみが抑制され、仕上げ面の向上や芯残りを抑制します。

#### GYホルダ



#### GWホルダ



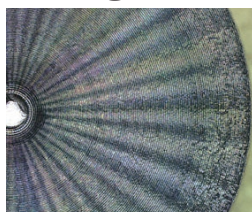
### 切削性能

#### SUS304 突切り加工 仕上げ面比較

高剛性ホルダにより、びびり振動やたわみが抑制され、仕上げ面が向上します。

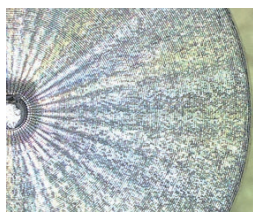
#### GYホルダ

**GY**



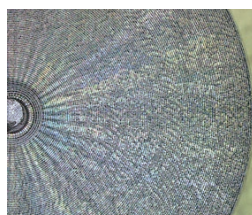
Rz 1.8  $\mu\text{m}$

従来品A



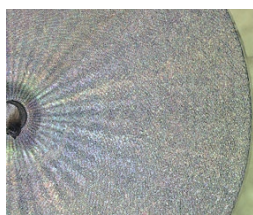
Rz 5.6  $\mu\text{m}$

従来品B



Rz 4.1  $\mu\text{m}$

従来品C



Rz 5.7  $\mu\text{m}$

良好な  
仕上げ面

<切削条件>

被 削 材 : SUS304  $\phi 25\text{mm}$

使 用 工 具 : 刃幅CW=2mm

RE=0.2mm

16 $\times$ 16

切 削 速 度 :  $v_c=120\text{m/min}$

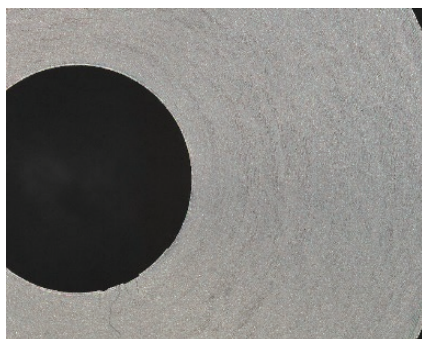
送 り 量 :  $f=0.10\text{mm/rev}$

加 工 形 態 : 湿式切削

#### GWホルダ

**GW**

リード角8°



Rz 7.9  $\mu\text{m}$

従来品

リード角6°



Rz 11.3  $\mu\text{m}$

強リード角  
効果

<切削条件>

被 削 材 : SUS304  $\phi 38\text{mm}$

使 用 工 具 : 刃幅CW=2mm

切 削 速 度 :  $v_c=120\text{m/min}$

送 り 量 :  $f=0.11\text{mm/rev}$

加 工 形 態 : 湿式切削

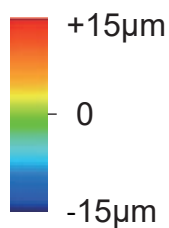


## SUS304 突切り加工 ワーク面形状比較

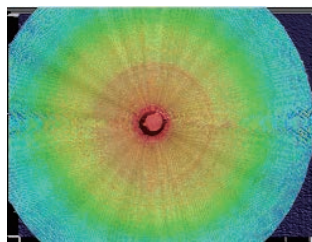
高剛性ホルダにより、びびり振動やたわみが抑制され、ワーク面形状が向上します。

### GYホルダ

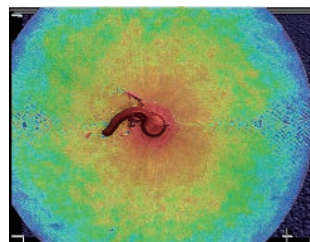
高低差カラーバー



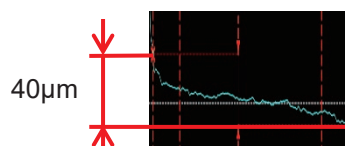
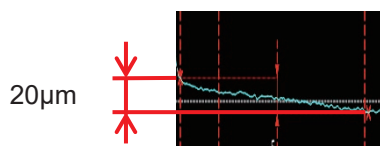
**GY**



従来品



従来品の  
1/2

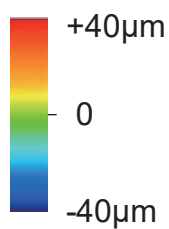


<切削条件>

被 削 材 : SUS304  $\phi 25\text{mm}$   
使用 工 具 : 刃幅 CW=2mm  
RE=0.2mm  
16×16  
切 削 速 度 :  $v_c=120\text{m/min}$   
送 り 量 :  $f=0.10\text{mm/rev}$   
加 工 形 態 : 湿式切削

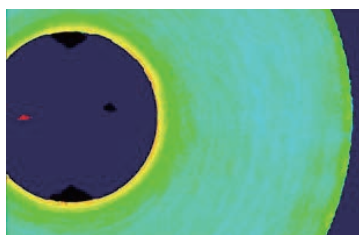
### GWホルダ

高低差カラーバー



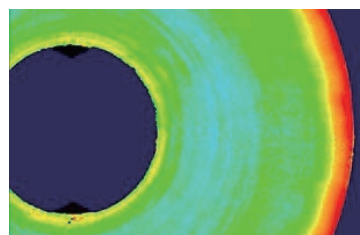
**GW**

リード角8°



従来品

リード角8°



同リード角  
で高精度



<切削条件>

被 削 材 : SUS304  $\phi 38\text{mm}$   
使用 工 具 : 刃幅 CW=2mm  
切 削 速 度 :  $v_c=120\text{m/min}$   
送 り 量 :  $f=0.11\text{mm/rev}$   
加 工 形 態 : 湿式切削

# 小物加工用ボーリングバー

## 自動旋盤に対応

CCタイプ、TCタイプインサートの  
最小加工径 9mmを標準化



炭素鋼旋削加工用コーテッド超硬材種

# MS6015

純鉄、炭素鋼、快削鋼の旋削加工で  
安定した仕上げ面と寸法精度を実現



環境調和認定製品

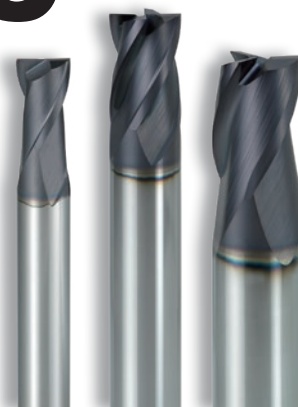


環境調和認定製品に  
ついては12ページ  
をご覧ください。

自動旋盤用エンドミル MS plusエンドミルシリーズ

# MP2ES/3ES/4EC

小型自動盤用にこだわった  
耐欠損性とバリの低減



自動盤・小型旋盤用超硬 ソリッドドリル WSTARドリルシリーズ

# DWAE



環境調和認定製品



環境調和認定製品に  
ついては12ページ  
をご覧ください。



センタリング・面取り加工用ソリッドドリル  
リーディングドリルシリーズ

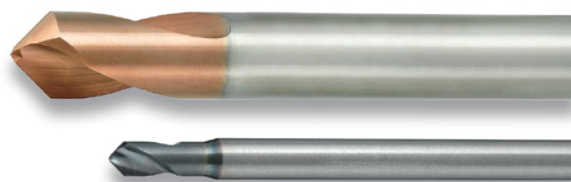
# DLE



環境調和認定製品

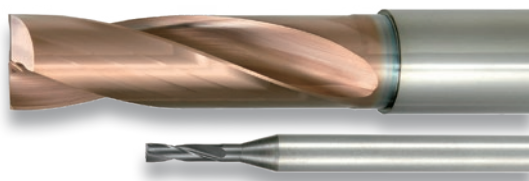


環境調和認定製品に  
ついては12ページ  
をご覧ください。



座ぐり加工用超硬ソリッドドリル

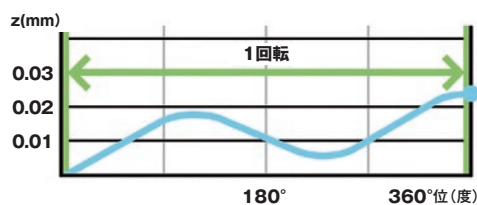
# MFE



# 『LFV』3つの振動モード

## モード 1 しっかり切りくずを分断したいときに

ワーク1回転あたりの振動回数を指令する方法



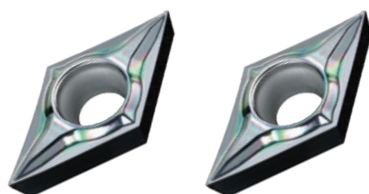
競合製品



従来加工 100個加工



『LFV』100個加工



**MS9025  
LS-P**



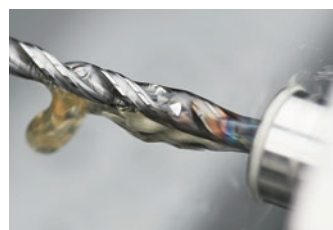
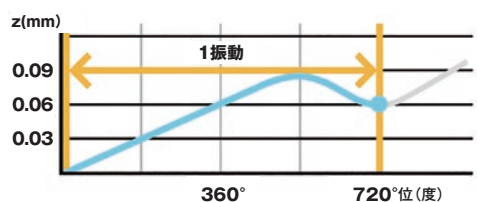
従来加工 100個加工



『LFV』100個加工

## モード 2 細物加工や小径深穴加工など周速が必要な時に

1振動あたりのワーク回転数を指令する方法



### SUS304 穴あけ加工

DC=6mm, 穴深さ30mm,  $vc=60\text{m/min}$ ,  $fr=0.05\text{mm/rev}$



従来加工

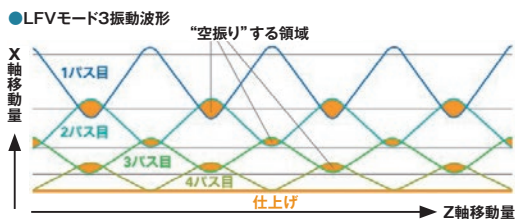


『LFV』 主軸回転量 E1.5

※LFVはシチズン時計株式会社の登録商標です。 ※グラフはシチズンマシナリー株式会社ホームページより引用

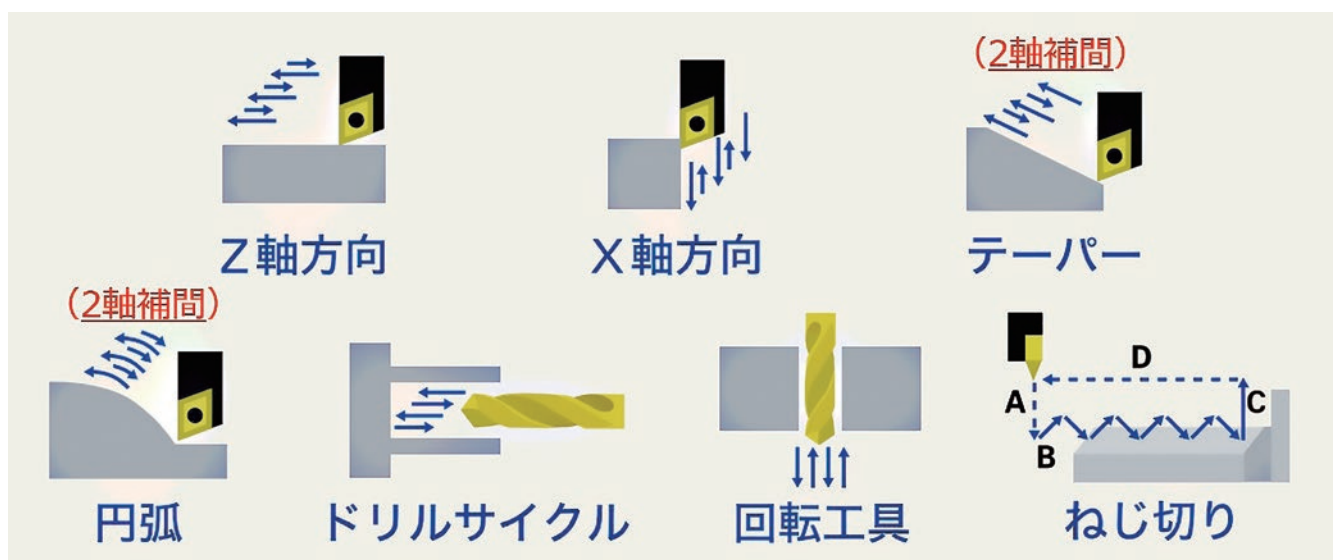
## モード 3 ねじ切り加工で切りくずを分断したいときに

ねじりパス毎に、振動タイミングを変化させ加工する方法



『LFV』

『LFV』は、さまざまな加工に対応



# LFV technology

さらなる生産性向上を実現する  
新時代の加工技術

## シチズンマシナリー株式会社 ホームページ LFV technology のご紹介

切削時の切りくずに関わる様々な問題を解消・軽減する  
新時代の加工技術。  
お客さまのさらなる生産性向上に貢献します。



LFVとは

LFVの特徴

LFVのメリット

ユーザーの声

LFV搭載機ラインアップ

※LFVはシチズン時計株式会社の登録商標です。

 **三菱マテリアル株式会社** 加工事業カンパニー

<http://www.mmc-carbide.com/>

●電話技術相談室(携帯電話からも通話可能です)

ヨ イ エ 具



0120-34-4159

北海道・東北・上信越ブロック  
苫小牧営業所 0144-57-7007  
仙台営業所 022-221-3230  
郡山営業所 024-973-6014  
新潟営業所 025-247-0155  
小山営業所 0285-25-8380  
太田営業所 0276-47-3422  
上田営業所 0268-23-7788

関東ブロック  
東京営業所 048-641-4719  
横浜営業所 045-332-6921  
富士営業所 0545-65-8817

東海ブロック  
浜松営業所 053-450-2030  
安城営業所 0566-77-3411  
名古屋営業所 052-684-5536

近畿・北陸ブロック  
金沢営業所 076-233-5701  
栗東営業所 077-554-8570  
大阪営業所 06-6355-1051  
明石営業所 078-934-6815  
岡山営業所 086-435-1871

九州・中国ブロック  
広島営業所 082-221-4457  
福岡営業所 092-436-4664



P801J



あなたの、  
世界の、  
総合工具工房  
YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

(仕様はお断りせずに変更する場合がありますのでご了承ください)

EXP-21-B004  
2023.5.E