

「仙台市既存放射光施設活用事例創出事業
(トライアルユース事業)」



東洋刃物株式会社

2020年3月18日

- 企業説明(東洋刃物について)
- 製品について
 - 製品の紹介
 - ナイフに求められるニーズ
 - ナイフの評価
 - 切断の要素について
- 刃物造りにあたっての困りごと (放射光利用のきっかけ)
- 放射光利用までの経過について (トライアル事業 スケジュール)
- 測定について
 - 測定方法
 - 試料
 - 測定結果
 - まとめ(今後の課題について)
- 本事業をおこなったの所感
- 謝辞

- 大正14年 東北帝国大学(現、東北大学)附属金属材料研究所の所長であった本多光太郎博士の提唱により創立。本社を東京都麹町1丁目1番地に置く。
- 大正14年 仙台市米ヶ袋に仙台工場新設(現、県工業高校)
- 昭和12年 大阪府豊中市に大阪工場を新設
- 昭和22年 本社を仙台市米ヶ袋に移転
- 昭和35年 多賀城工場を新設
- 昭和45年 富谷工場を新設
- 昭和52年 仙台工場を売却
本社を仙台市港4丁目に移転
- 平成23年 東日本大震災により、本社・多賀城工場が被災
本社を富谷町(現富谷市)に移転
- 平成24年 富谷工場へ生産集約するため大阪・多賀城工場の一部を売却、多賀城事業所として事業再開

企業説明 — 事業構成及び主要製品 —

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only

国内機械刃物市場でトップクラスのシェア

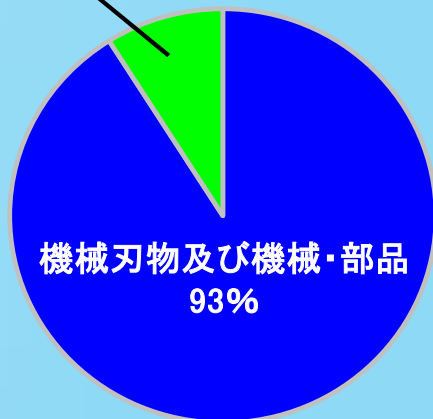
創立: 大正14年8月9日
資本金: 7億円
従業員数: 298名

緑化造園



緑化造園
7%

2019年3月期売上高
5690百万円



製紙パルプ用刃物



チップナーナイフ



コアカッター

情報産業用刃物



スリッターナイフ
(ゲーベルタイプ)



サラバネ



スリッティングユニット



スリッティングユニット
(アップ)

産業用機械及び部品



刃付平面研削(KGV)



スライドウェイ



コーティングダイ

合板用刃物、製本用刃物、その他



ベニヤナイフ

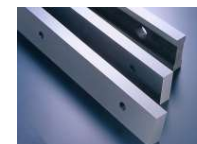


食品用刃物(勾玉刃)

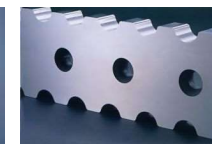


ダイセット

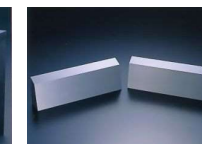
鉄鋼用刃物



シャープブレード



コールドシャー



スクラップチョッパー
ナイフ



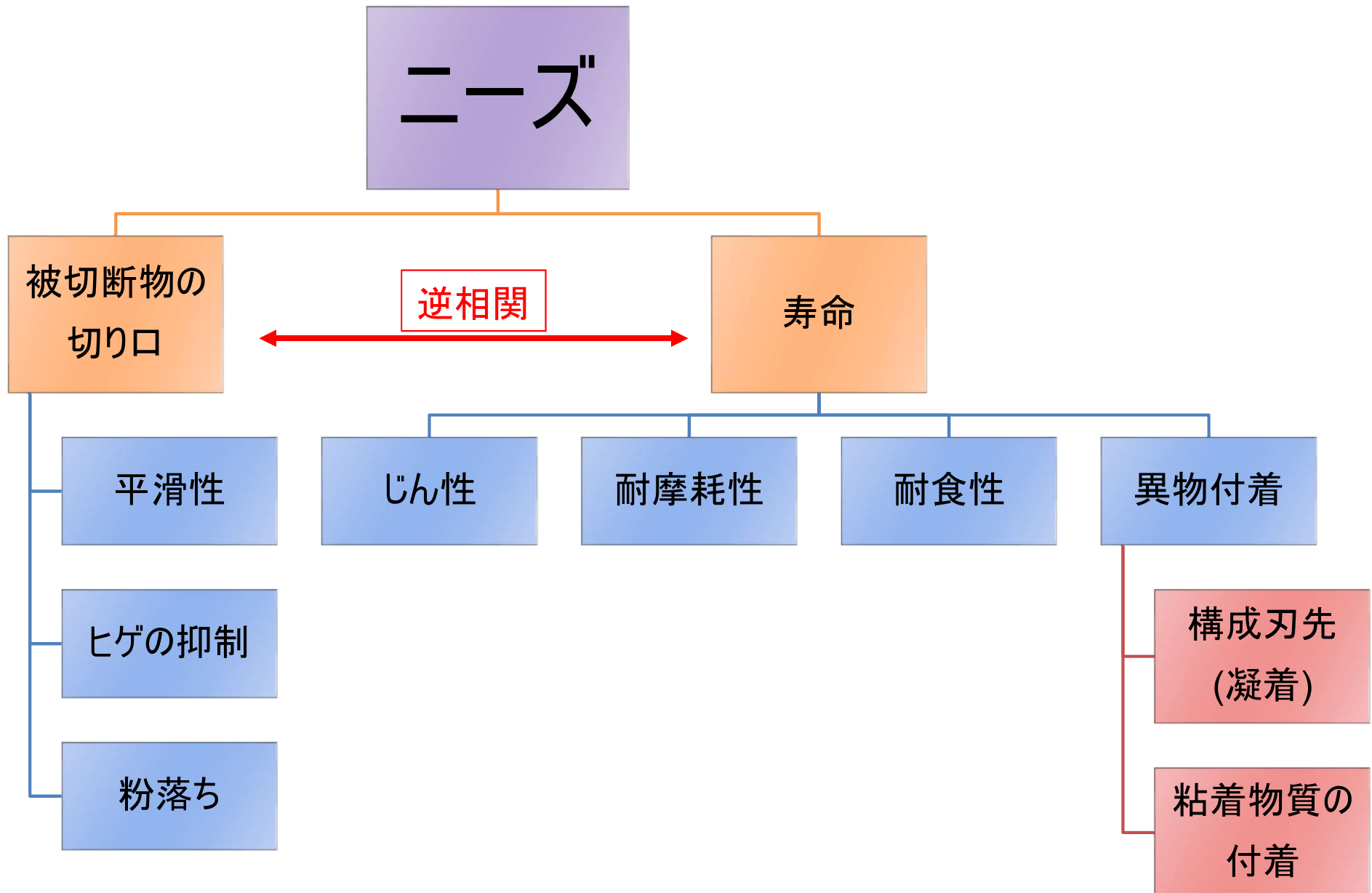
超硬サイドトリマーナイフ



メカニカルエキスパンドダイス

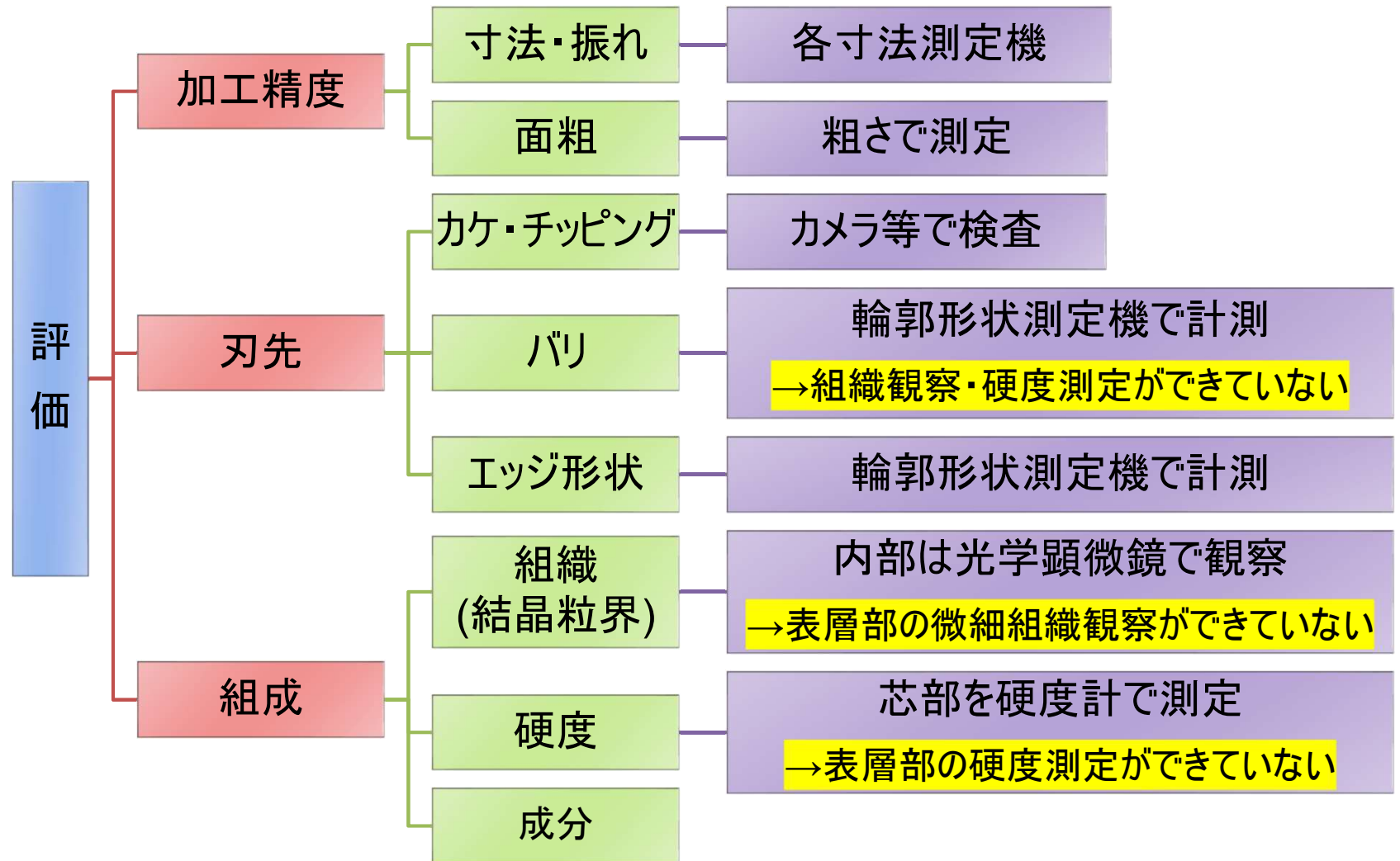
ナイフに求められる品質の要望について

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only



ナイフの評価について

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only



※黄色着色部分が困りごと

ナイフ

サイズ

精度

刃型

被切断物

材質

硬さ

サイズ(厚み)

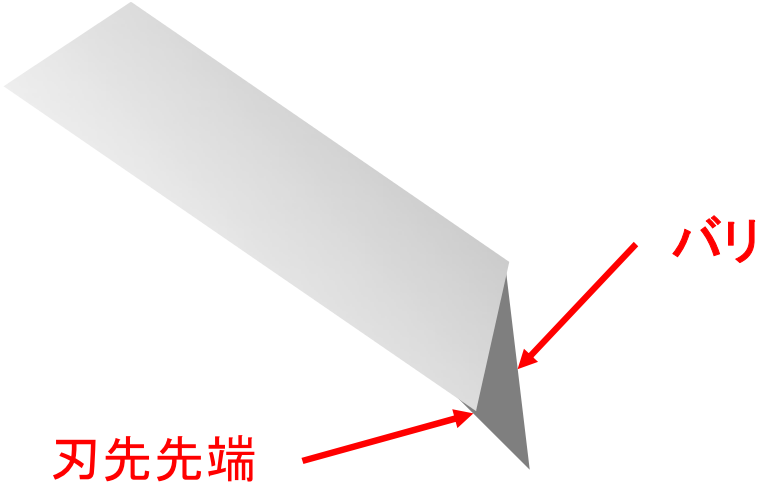
条件

ラップ量

クリアランス量

押し込み量

スピード



刃先先端発生するバリ

- 機械で研削すると必ずノコギリのような形状のバリが生成される。
- このバリが残っていると被切断物の切断面に悪影響を及ぼす。

しかし、その組織や硬さ・強度は小さすぎてよく判っていない。

- 「こんなことが解れば今後の刃物づくりに活かせる。」
刃先を研削加工する際に生じたバリの構造を解析
- ① 芯部とバリに違いがあるか。
 - ② バリの除去方法の違いを可視化。

トライアル事業 スケジュール

トライアル事業 プレゼン

- ・ 日時 9月25日
- ・ 場所 仙台市 産業振興課
- ・ テーマ 熱処理による歪・変寸メカニズムの解析

仙台市との委託契約について

- ・ テーマ変更 11月6日 刃先先端の構造解析
- ・ 11月22日付で契約書の締結

SPring-8 ビームテスト

- ① X線回折による刃先とバリの構造解析
- ② X線CTによる刃先先端のイメージング

課題申請・採択(Spring-8)

- ・ ユーザー登録・申請書作成・課題申請書提出
- ・ 一般課題 成果専有利用(成果非公開、有料)

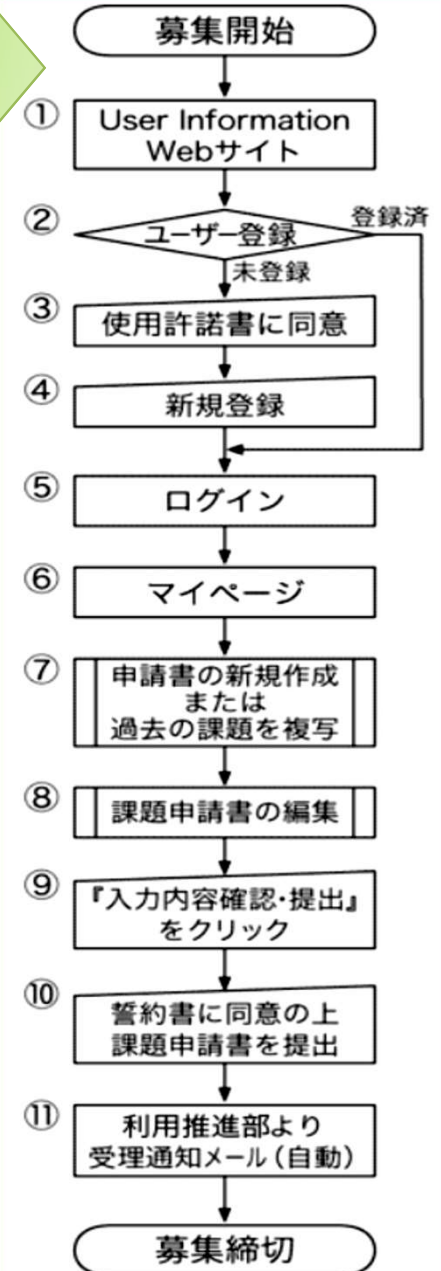
CT見学会、測定・解析

- ・ CT見学会 2020年1月30日
- ・ MS刃先の各測定 2020年1月31日

Spring-8
利用まで
のフロー

トライアル事業期間内にととも測定・解析が完結できない為テーマを変更した。

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only



SPring-8 課題申請内容①について

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only

基本情報

申請番号	48307
課題番号	2019B2055
実験責任者	0052623 千原 和徳 (東洋刃物 (株))
課題種別	時期指定課題
成果形態	成果専有
申請形式	新規
実験課題名 (日本語)	刃先先端のマイクロビームX線回折測定
実験課題名 (英語)	Microbeam X-ray diffraction study of a knife edge
公表用実験課題名 (日本語)	刃物のマイクロビームX線回折測定
公表用実験課題名 (英語)	Microbeam X-ray diffraction study of a knife
研究分野分類	[A30] 物質科学・材料科学 / [A30.50] 金属物性
研究分野分類キーワード	金属、刃物
研究手法分類	[M10] X線回折 / [M10.20] 粉末結晶回折
研究手法分類キーワード	マイクロビームX線回折
希望ビームライン	BL40XU
所要シフト数 [1シフト=8時間]	[1.0 シフト × 1 回] // [合計 : 1.0 シフト]
運転モード	希望なし (いずれのモードでも可)
モード希望順位	
希望時期	2019年1月31日 10:00~18:00

SPring-8 課題申請内容②について

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only

共同実験者

ユーザーカード番号	氏名	所属機関名 (会社、大学名等)
0022075	高橋 大喜	仙台市役所

安全に関する記述、対策

安全に関する手続きが必要なもの		
SPring-8において必要とする施設の装置、器具		
測定試料及びその他物質 (持ち込み試料だけでなく SPring-8/SACLAにおいて準備されたものも含む)		
<p>物質名 工業用高速度鋼丸刃断片 形態 (形状) 固体(最大寸法:10mm程度) 量と単位 15個 危険性 無害 使用目的 測定試料 拡散防止及び処理方法 実験後は持ち帰る 安全対策 刃先は鋭利なので取り扱いに注意する。 リスクレベル 対象外 備考</p>		
持ち込む装置、器具		
装置名	仕様	安全対策
無し		

提案理由など

提案理由 (簡単に) 審査の対象にはしませんが、研究の目的等、後の項目の実験方法等の理解に必要な事を簡単に記述してください。	工業用刃物の刃先先端の結晶構造を解析し、高速度鋼の研磨に伴うマルテンサイト変態の実態を明らかにする。
放射光での実験経験	2019年1月30日にBL28B2においてCT見学会に参加予定。

SPring-8 課題申請内容③について

*Strictly Confidential
Discussion Purpose Only*

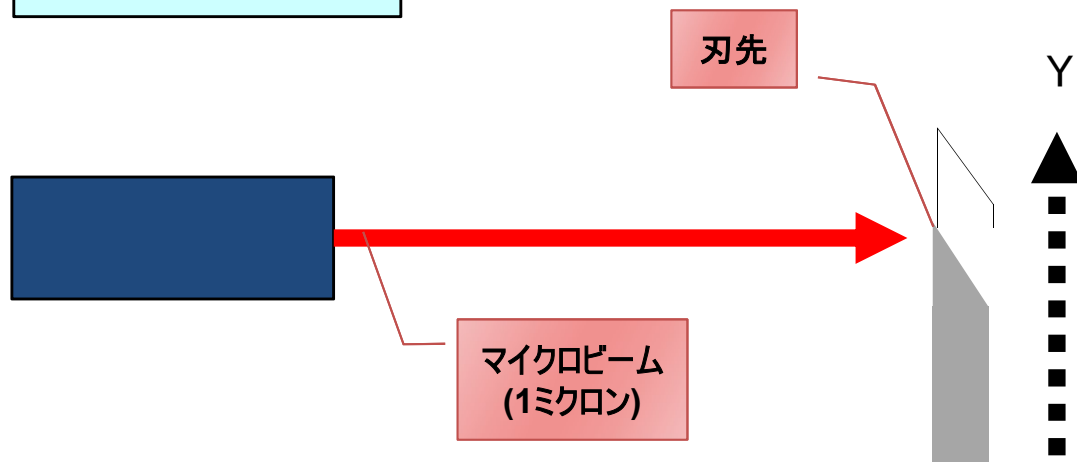
実験方法

実験の方法（レイアウト、測定法、検出器、試料の濃度などを明確にする）	試料には、工業用丸刃を適当な幅にカットしたものを用いる。刃先を上に向けて試料ステージに固定し、1ミクロン程度のマイクロビームで刃の先端からX線回析を二次元X線検出器で記録する。1ミクロン程度のステップで、刃先から内部にビームが当たるように試料を動かし、各点でX線回析パターンを記録する。15keVのX線は50ミクロン厚の鉄を約10%透過する。刃先は60°にカットされているので、刃先から約30ミクロンまでの位置で測定可能である。各点におけるX線露光時間は5秒以内を想定している。試料を横に動かして同一試料の複数の場所で測定を繰り返す。
ビームライン選定の理由	刃先は鋭利に研磨されており、その先端部分における結晶構造変化を調べるためには、マイクロビームX線回析測定のおこなえるBL40XUが必要である。
使用するエネルギー（波長）又は特性線／希望運転条件（波長、その他）	15keV以上
シフト数算出の根拠	試料交換、位置決めを含めて1試料30分程度の測定を予定している。

実験方法について(X線回折測定)

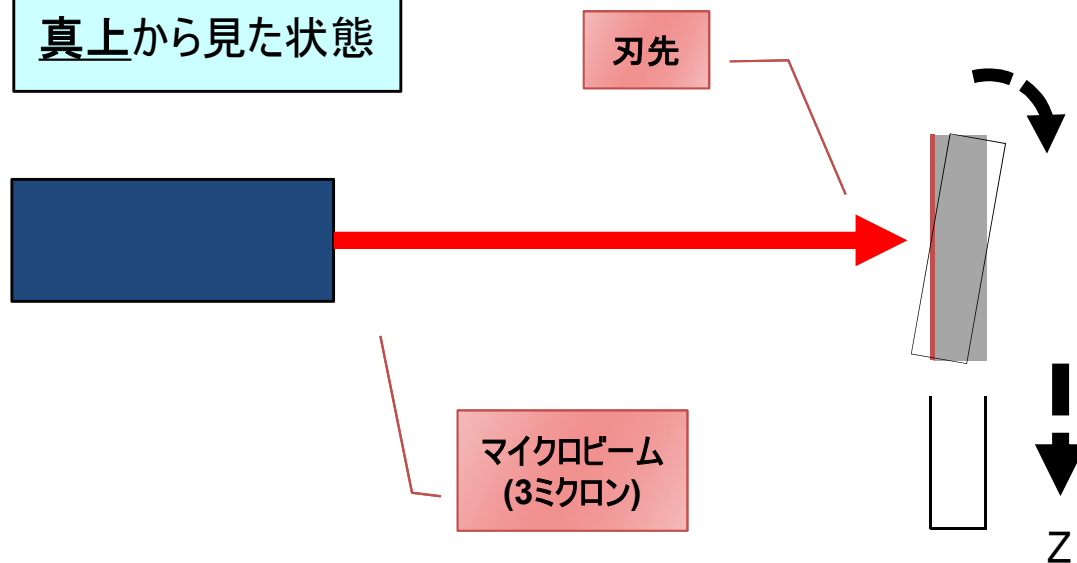
Strictly Confidential
Discussion Purpose Only

真横から見た状態



- ①各テストピースに応じて $1\mu \sim 2\mu$ ピッチで刃先から内径方向へ試料を動かして測定。
(刃先の先端を0と想定し、 $-5\mu \sim +20 \sim 40\mu$ のY方向測定)

真上から見た状態



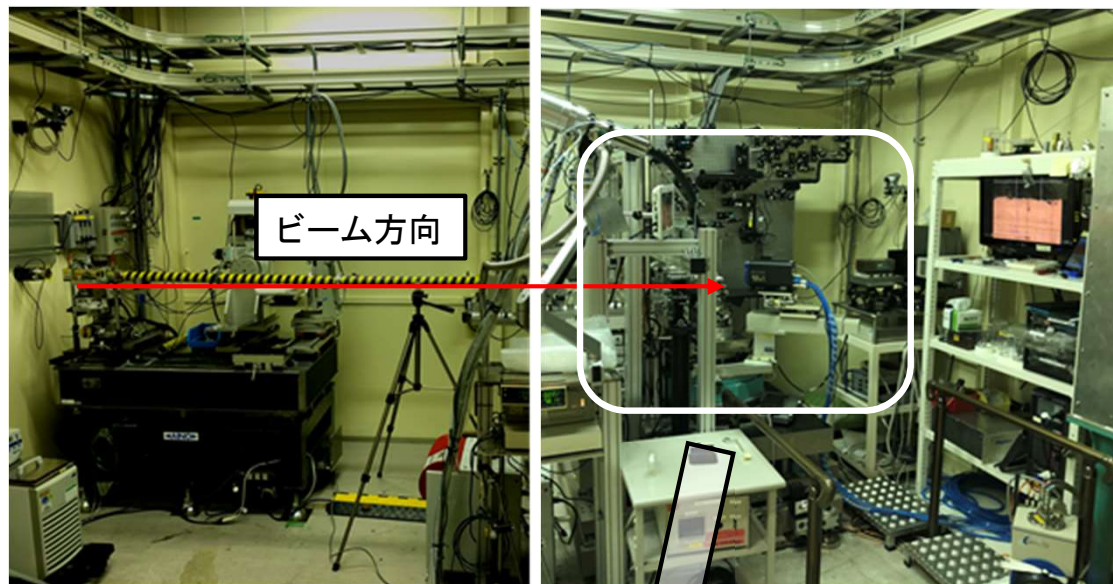
- ②試料を1度ずつ5度まで傾け、各々測定。(1データ:5枚)

- ③試料を横に $10\mu m$ ピッチにずらして、同一試料3ラインを測定。
(Z方向でスタートを0とし $+10\mu +20\mu$ の3ライン)

使用ビームラインについて(BL40XU:X線回折測定)

*Strictly Confidential
Discussion Purpose Only*

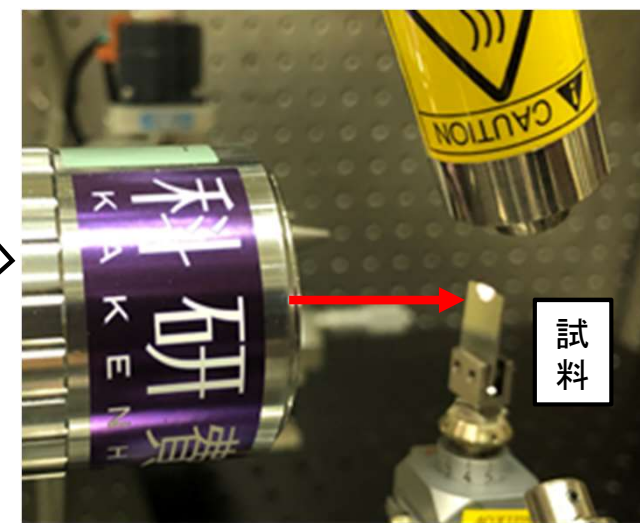
BI40XUの全体写真



測定ステージ①



測定ステージ②

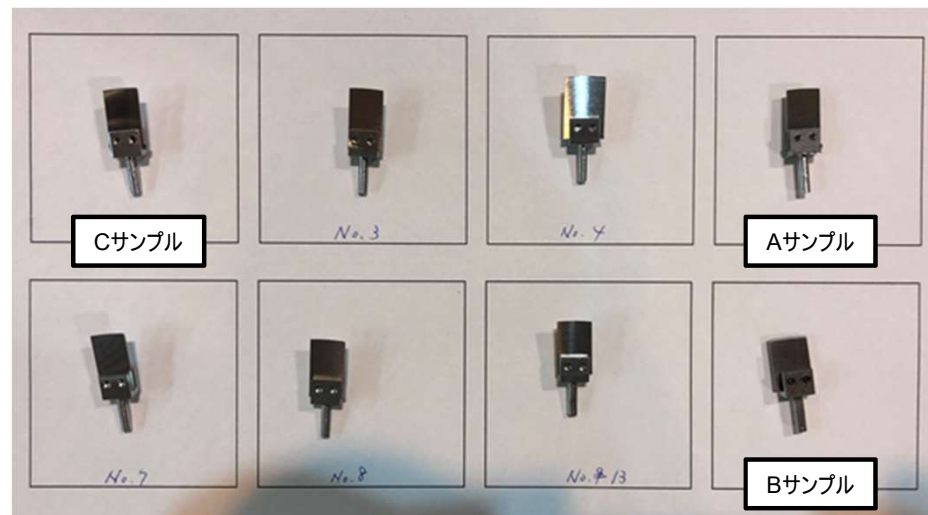


測定試料について

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only

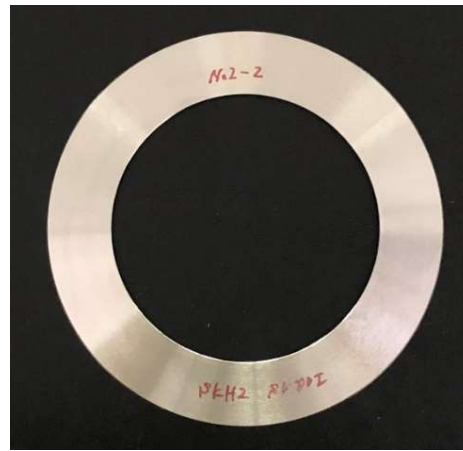
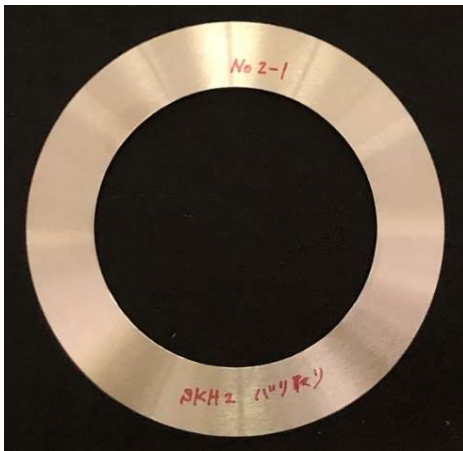
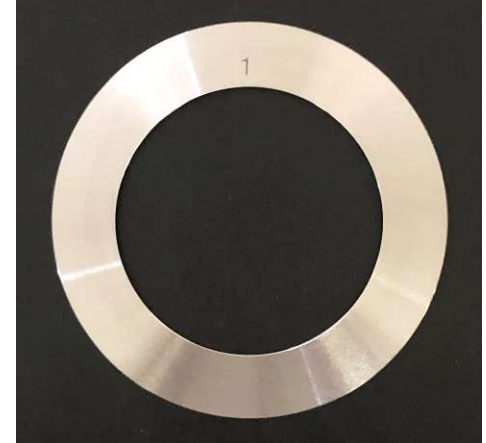
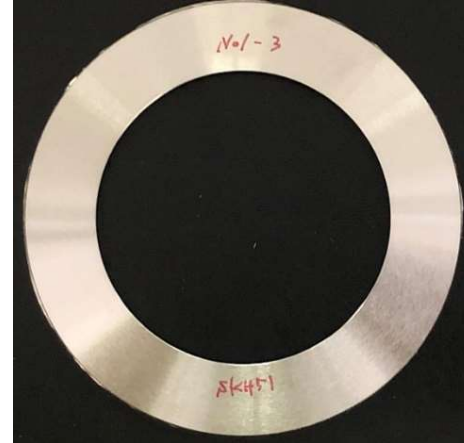
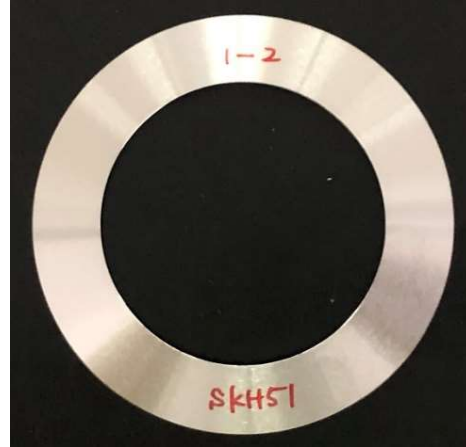
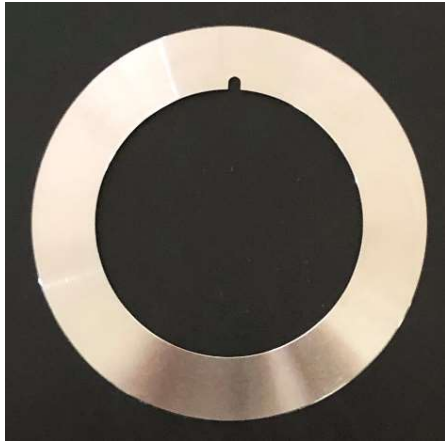
	サンプル番号	材質	備考
焼入直後	No1	SKH51	残留オーステナイト比較用
新技術(SV)	No3	SKH51	新バリ取り加工
鋳研磨完	No4	SKH51	バリ取り加工未
焼入直後	No5	SKH2	残留オーステナイト比較用
新技術(SV)	No7	SKH2	新バリ取り加工
鋳研磨完	No8	SKH2	バリ取り加工未
使用済み刃	No13	SKH2	本刃付け加工品 使用あがり刃
バリ取り機	No6	SKH2	標準品

測定前の試料



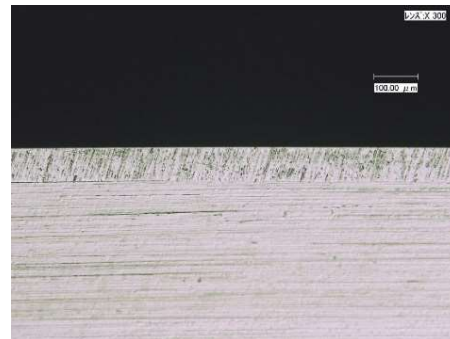
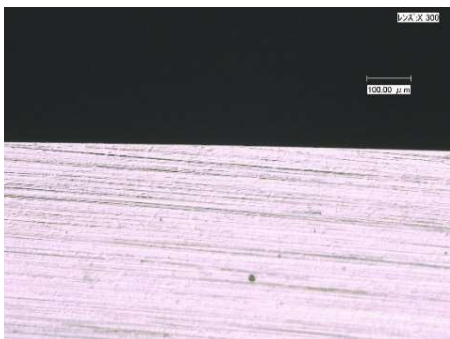
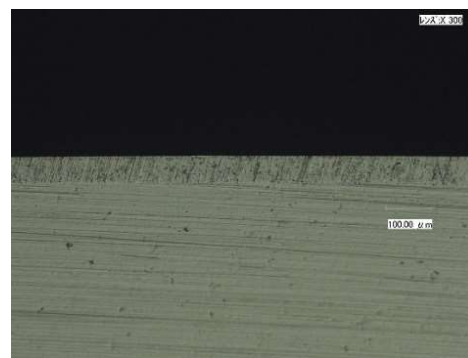
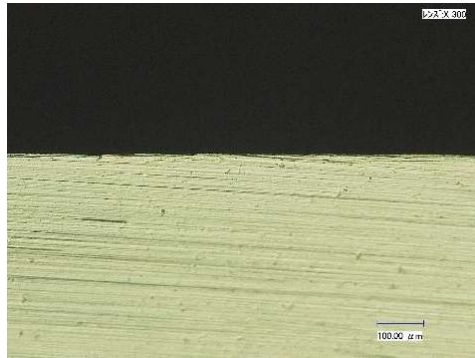
測定試料について：外観写真

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only



測定試料について：刃先の写真

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only



サンプルの主なデータ

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only

◆ ゲーベルナイフ 上刃 … フィルム、箔等のスリッティング用のナイフ

□ 材質 成分

□ 写真



SKH2

化学成分									
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	W	V	Co
0.73 ~ 0.83	0.45 以下	0.40 以下	0.030 以下	0.030 以下	3.80 ~ 4.50	-	17.20 ~ 18.70	1.00 ~ 1.20	-

SKH51

化学成分									
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	W	V	Co
0.80 ~0. 88	0.45以 下	0.40以 下	0.030 以下	0.030 以下	3.80 ~4. 50	4.70 ~5. 20	5.90 ~6. 70	1.70 ~2. 10	-

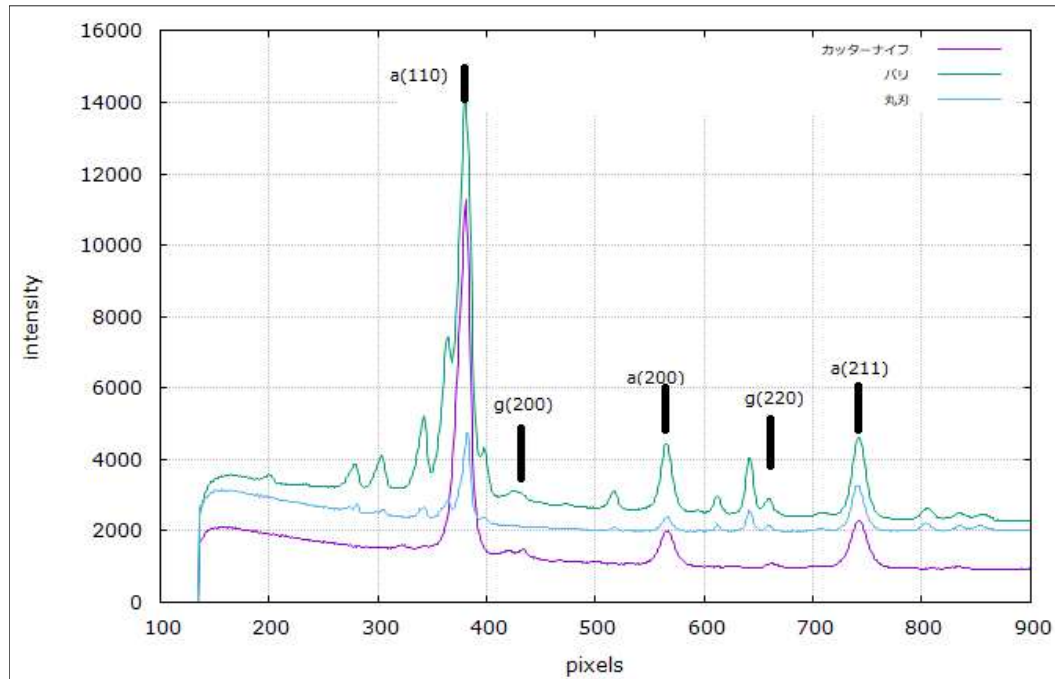
□ 代表的な熱処理と硬さ

材料記号	熱処理温度 ℃		焼入焼戻し硬度 HRC
	焼入れ	焼戻し	
SKH2	1260油冷	560空冷	63以上

材料記号	熱処理温度 ℃		焼入焼戻し硬度 HRC
	焼入れ	焼戻し	
SKH51	1220油冷	560空冷	64以上

X線回折結果

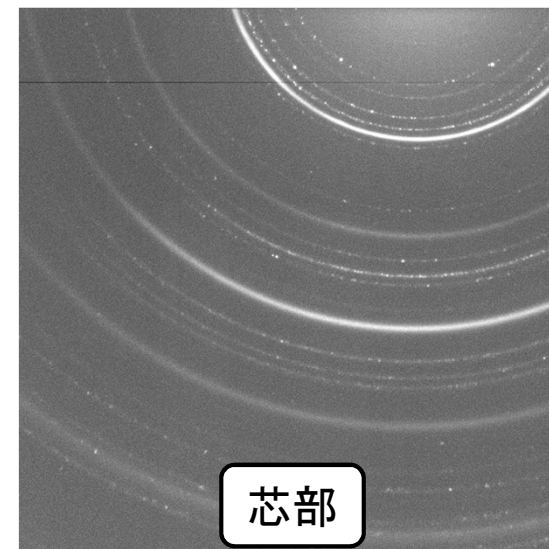
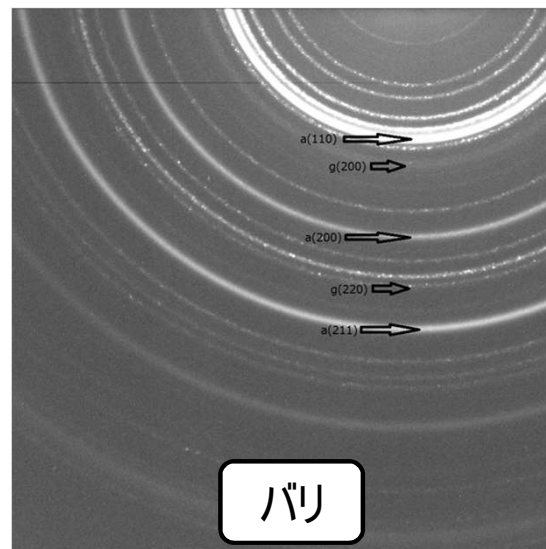
Strictly Confidential
Discussion Purpose Only

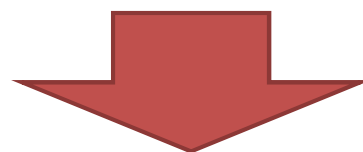
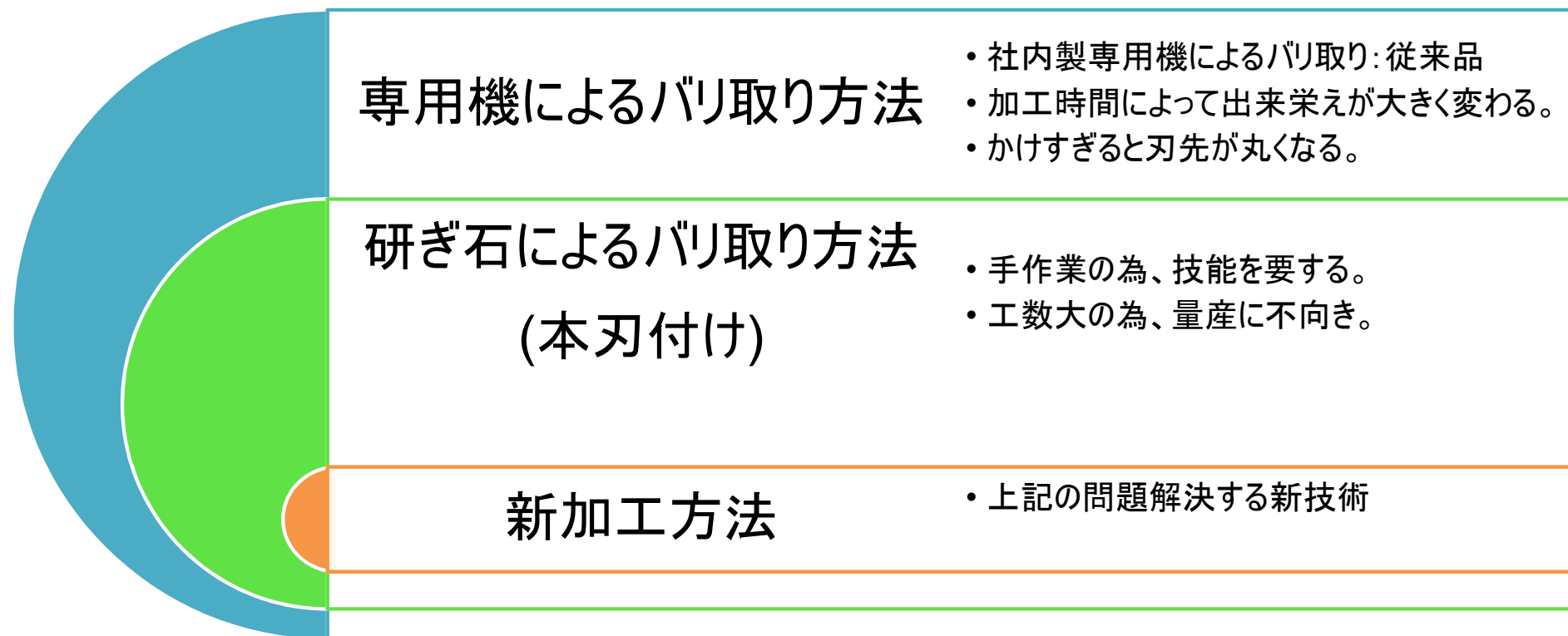


芯部とバリは基本的に回折パターンは同じ結果となった。→**硬質構造**

タングステンは一般にM6Cと呼ばれる炭化物を生成し、強い回折ピークを示す。M6Cのピークは二次元検出器の画像では粒状のリングに見えており、これに対して主成分の α 相（マルテンサイト）の回折はスムーズなリングとなっている。一般に γ 相（オーステナイト）と α 相の割合は、 $\alpha(211)$ 反射と $\gamma(220)$ 反射の強度比から検討するが、MS・バリともに $\gamma(220)$ の強度は非常に低く、しかもM6Cのピークが重なっており、正確には定量できていない。

1月に予定している測定は、マイクロビームを使用するため、M6Cのピークはより離散的になる。その際に $\gamma(220)$ 反射が連続したリングとして観察できることを想定しているが、量によっては定量化は難しい。

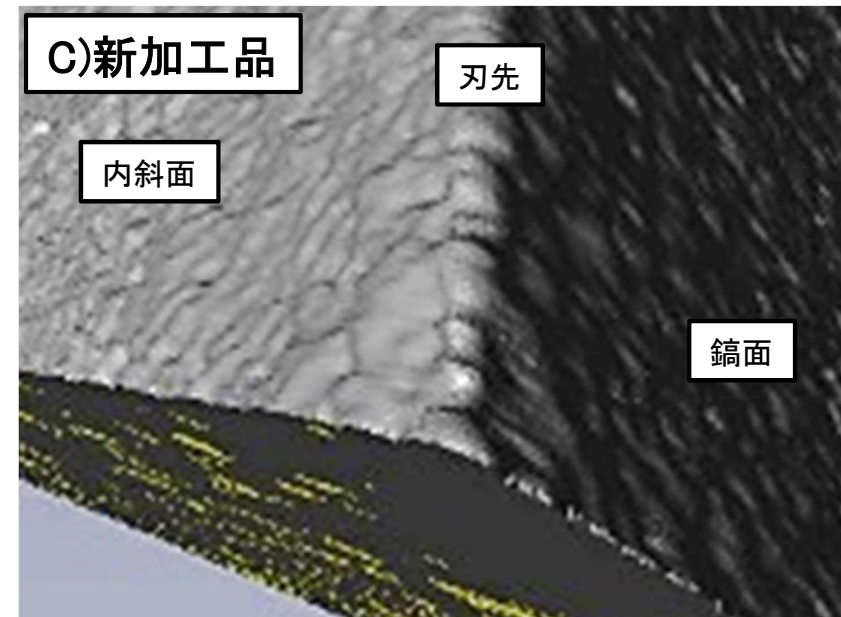
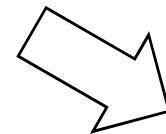
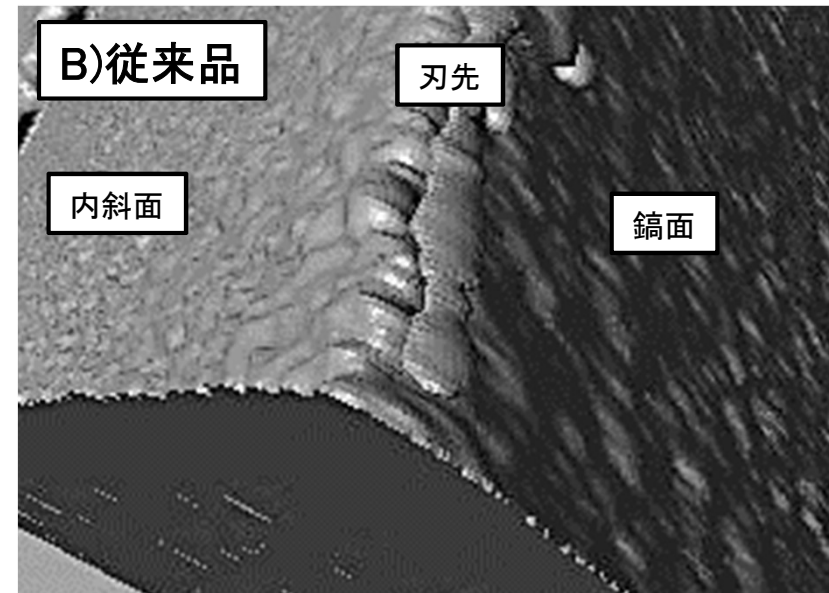
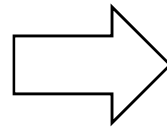
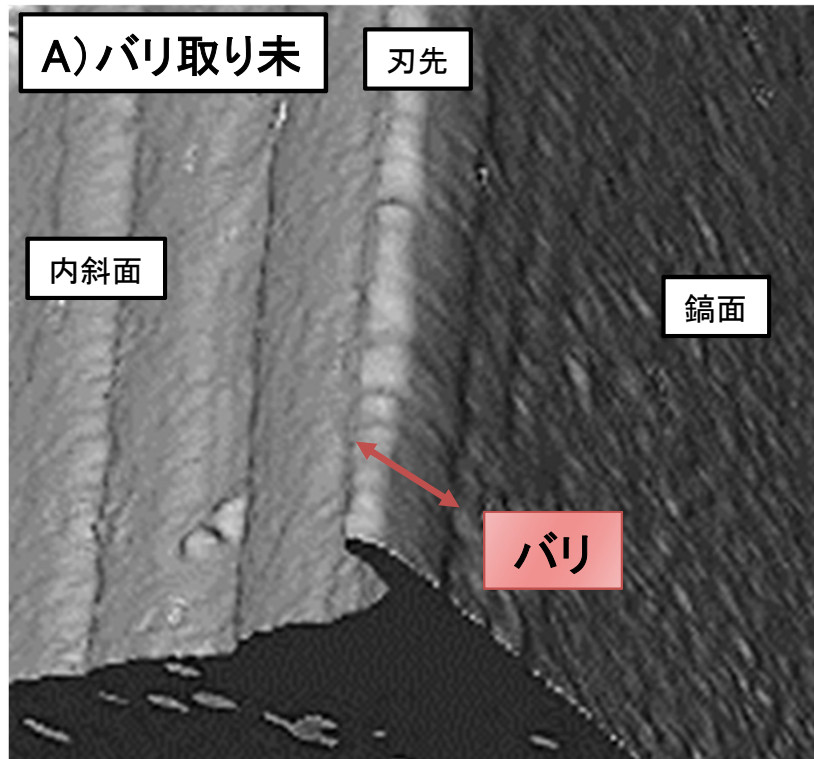




どのバリ取り方法が最も鋭利な刃先が得られるかを可視化

CTイメージング結果

Strictly Confidential
Discussion Purpose Only



- ①バリ取り未加工品は、内斜面側にバリが突起している。
- ②従来品は刃先が丸まっており、刃先線も不安定。
- ③新加工品はエッジが鋭利で、刃先線も安定。

- 今回の測定結果で、加工で生じるバリは加工熱による変質は見られず、芯部とほぼ同じく非常に硬い構造であること、また、研削によって若干の残留オーステナイト分解が見られることから、刃先・バリは深部に比べ靱性値が若干下がることが明らかとなった。
- 形状については非常に薄く不安定な形状であることが明らかとなった。
(これは今まで行ってきた光学顕微鏡・SEM等の表面観察だけでは判定は困難なものであった。)
- 刃物づくりにおいて、バリの残留は被切断物への影響が大きく、また使用中に脱落することによって刃先に大きなカケが生じ、更にそのバリが被切断物に付着する事故も懸念されることから、完全除去を目指し全数検査をおこない出荷している。現場では量産化の為、検査を通す観点から過剰なバリ取り加工の傾向になることは否めない。CT撮影画像B)を見ても明らかかなように現行製品は丸みを帯びた刃先形状となり、結果として切れ味が落ちてしまう。精密な刃先加工は、この硬いバ리를容易でかつキレイな除去を施し鋭利な刃先に仕上げるのが最も重要な要素であり、今回観察できた新しいバリ取り加工技術がその理想とする加工に近づいていることが明らかとなったことは大きな収穫といえる。
- 今後はこの新加工技術の更なる向上を図るとともに量産化・安定供給に向けた取り組みをおこない、早急に普及させたい。

- SPring-8での測定は、東北の中小企業が利用するには敷居高く、利便性も姫路-SPring-8間の距離は約45km(仙台-遠刈田温泉と同じくらい)で良好とは言えず、非常に苦労した。
- 放射光の利用にあたっては、うまく困りごとを伝えることができず、測定したい・解析したいモノとビームのマッチングにとても不安を覚えたが、コーディネートしていただいた八木先生には懇切丁寧に相談に乗っていただいたおかげで、何とか無事に測定・解析まで漕ぎつけることができた。
- 今後のこのような事業にあたっては、中小企業が1社で利用するというよりは、地産地消の観点から、複数社での事業展開が図れると地域でのアライアンスが強化され、地域活性化にもつながるのではないかと感じた。

■ 今回の仙台市放射光施設活用事例創出事業にご協力いただいた皆様

□ 高輝度光科学研究センター

八木 直人様

安田 伸広様

木村 滋様

□ 東北大学

真木 祥千子様

関係各位に厚く御礼申し上げます。

令和2年3月19日

東洋刃物株式会社 高橋純也

千原和徳