



山梨大学工学部機械工学科 孕石 泰丈

【今後の展開 商品イメージ応用できる分野】

## 「偏光カメラ」を活用すると光沢・透明など困難であったワーク撮像・評価が可能になります

### 研究背景・目的

研削加工技術の向上のため

研削工具作業面上の**砥粒の状態**を把握・評価することが重要

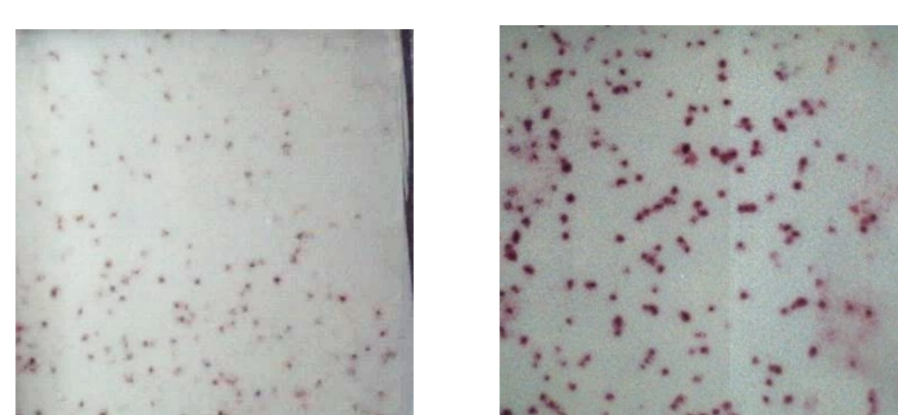


砥粒の状態とは、加工に伴って変化する

- ・砥粒の分布・分散性
- ・個々の砥粒の**状態変化** (割れ、摩耗、脱落)

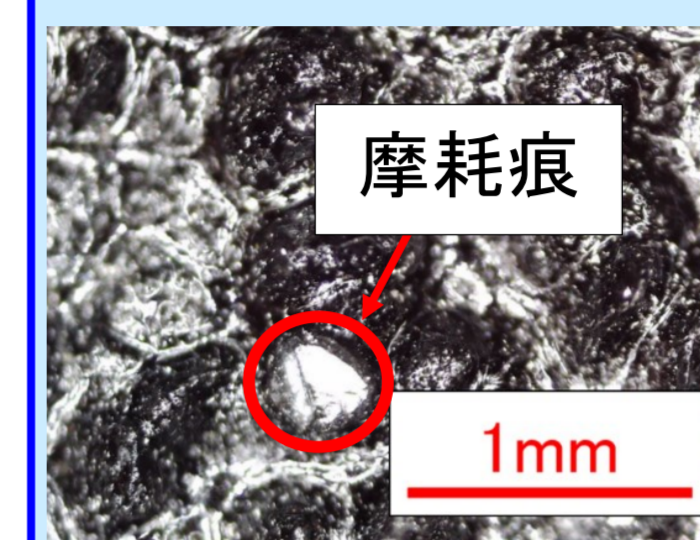
### 本研究室で取り組み

- ・砥粒の**分散性**
- 感圧紙で転写し、**情報エントロピー**を用いて評価



分布のばらつき・偏り方を**数値化**

### 加工に伴う砥粒状態変化



- ・感圧紙の転写 → **砥粒の状態の区別ができない**
- ・顕微鏡で確認(左写真) → **観察者の主観による判断**

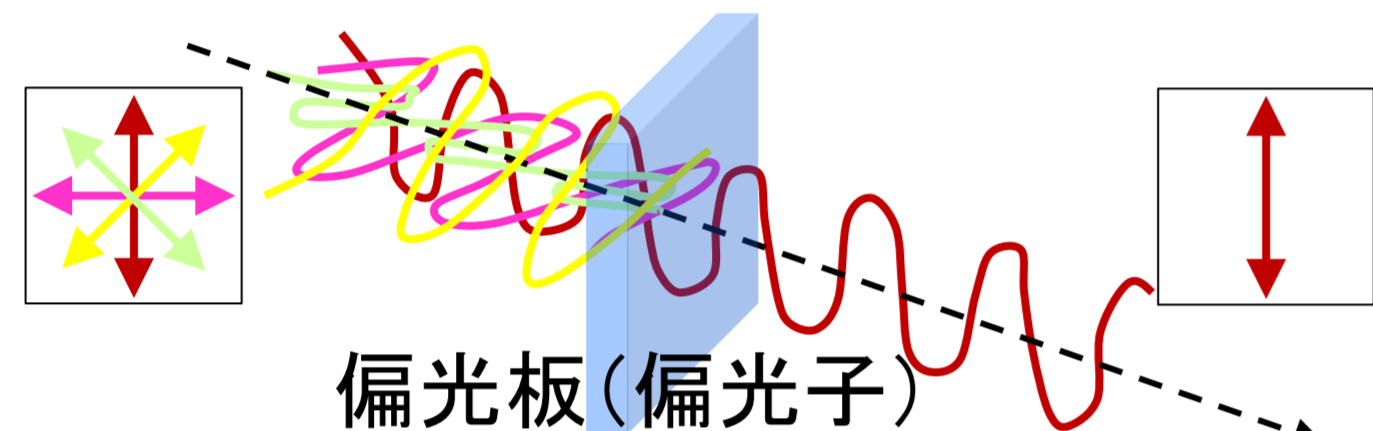
偏光カメラを使用して加工に伴う砥粒状態を評価

⇒本ポスターにて報告

### 偏光カメラと工具作業面撮影例

#### 偏光とは？

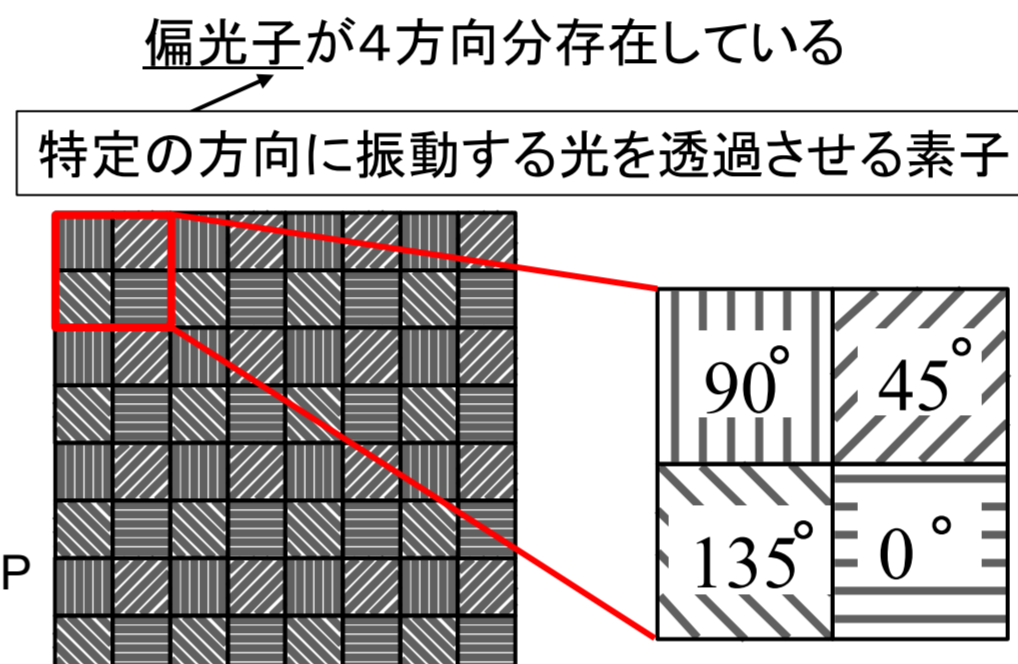
「光」には、明るさ、色、振動方向(偏光)などの物理的な要素がある。自然光・蛍光灯などの光は、いろいろな方向に振動しており、無偏光あるいは非偏光という。



偏光板を通すことで、特定の方向に偏った光＝「偏光」を取り出すことができる。

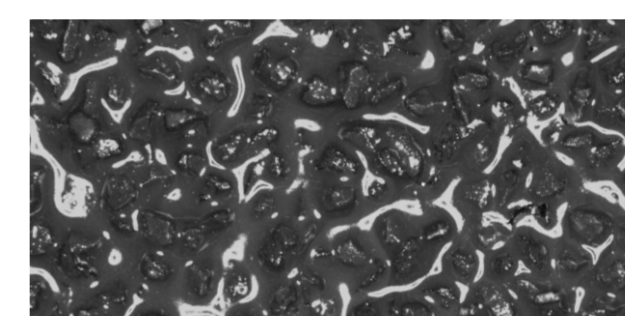
#### 偏光カメラとは？

センサーに4方向の偏光子を搭載し、ワンショットで4方向の偏光情報(偏光度と偏光方向)を取得。

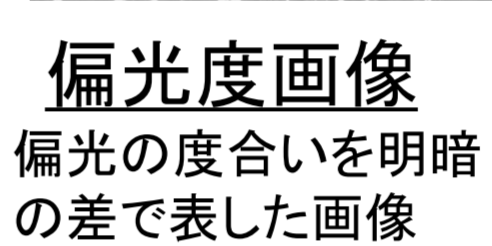


偏光情報を利用すると、従来は可視化や認識が困難であった物体や形状が認識できる可能性

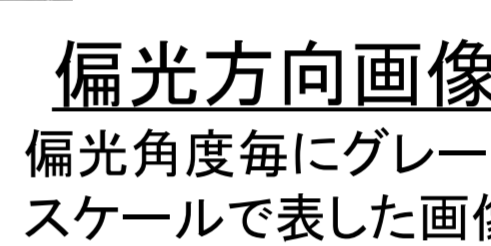
#### 工具作業面撮影例



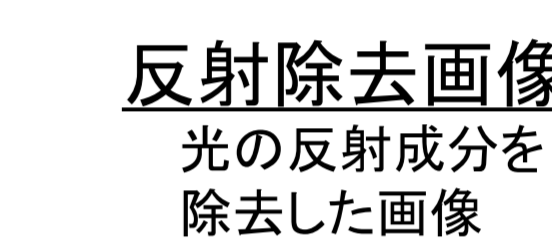
通常の撮影画像  
結合剤(接着剤)の部分が光沢(白飛び)となっている。



偏光度画像  
偏光の度合いを明暗の差で表した画像



偏光方向画像  
偏光角度毎にグレースケールで表した画像



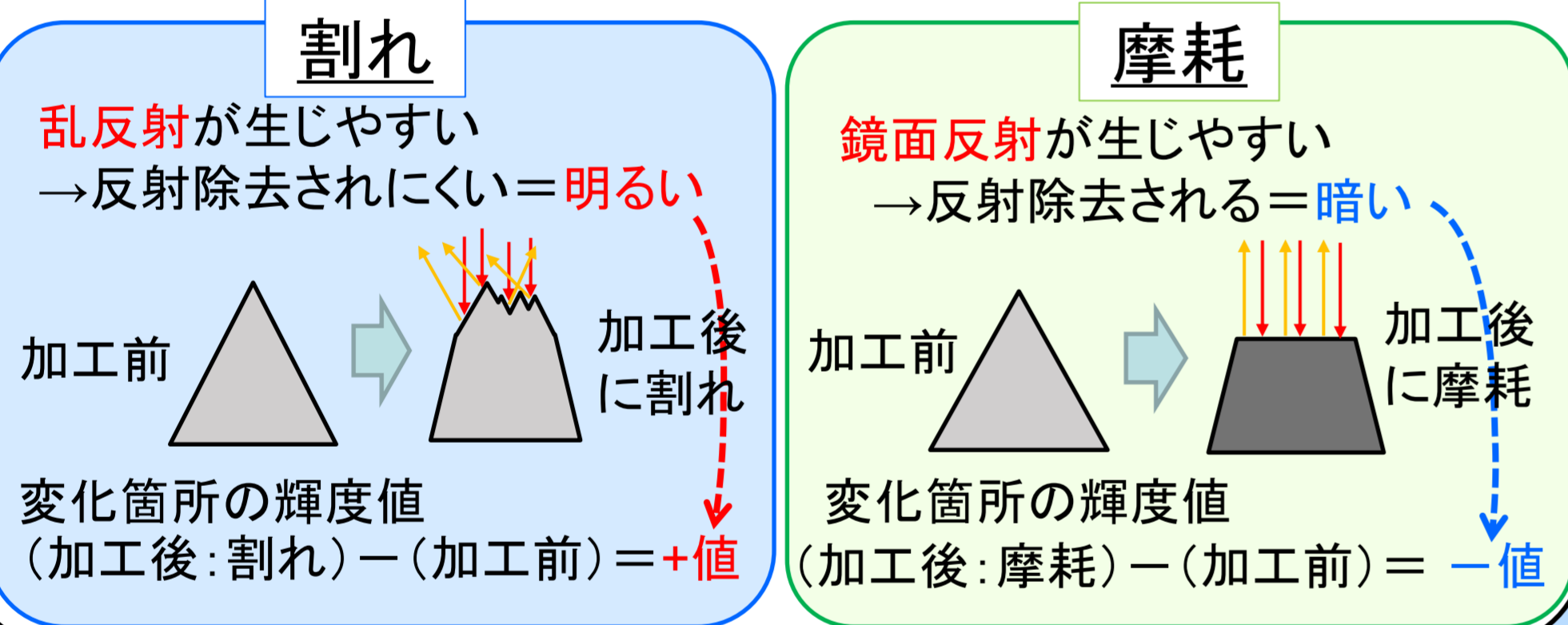
反射除去画像  
光の反射成分を除去した画像

これらの偏光画像より砥粒状態を評価できるのでは？

### 画像処理による検出方法の提案

砥粒状態変化を反射除去画像から推定

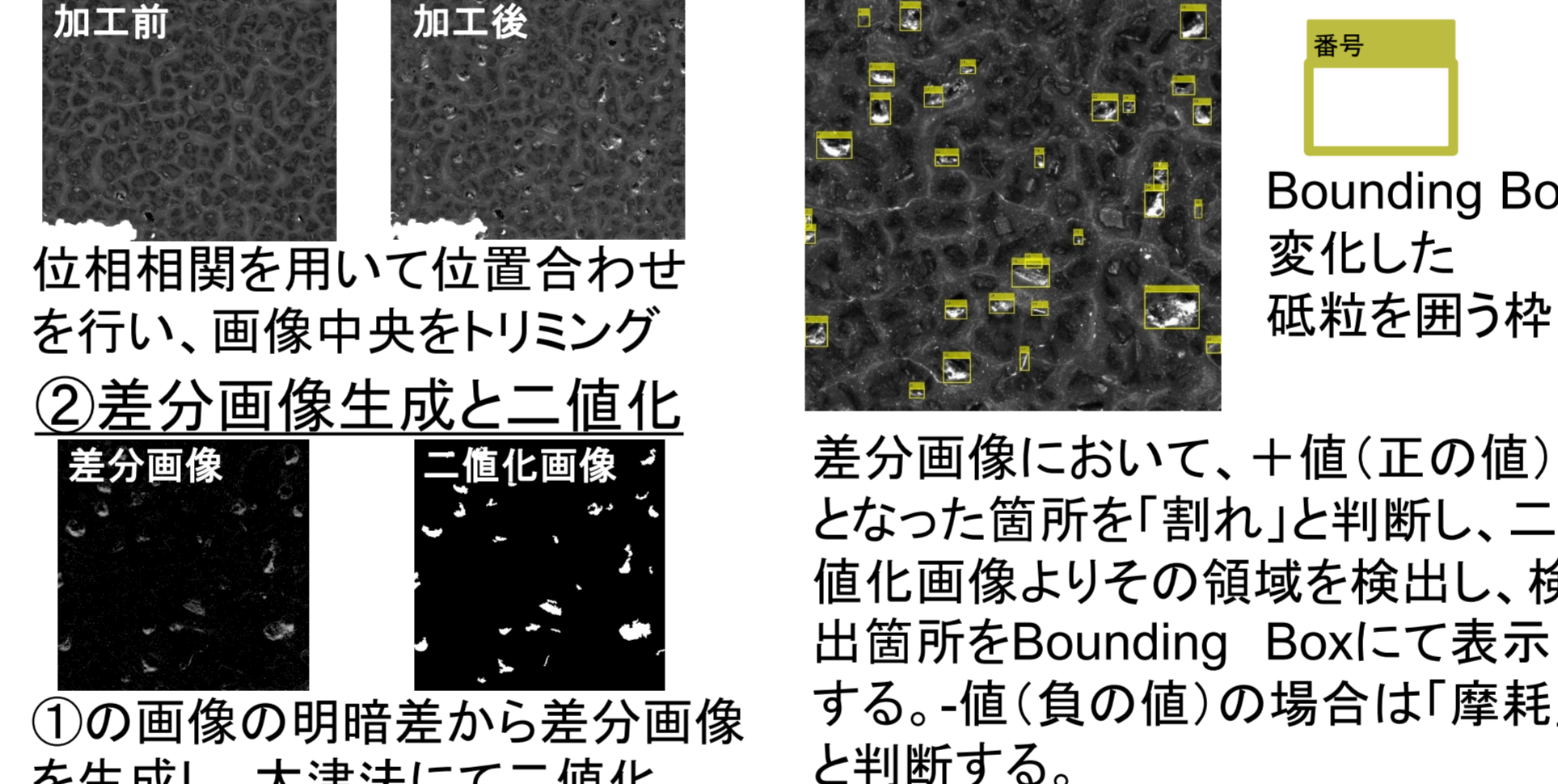
加工に伴う砥粒の「割れ、摩耗」を**反射除去画像**を用いて判別する手法の提案



### 画像処理による変化箇所の検出

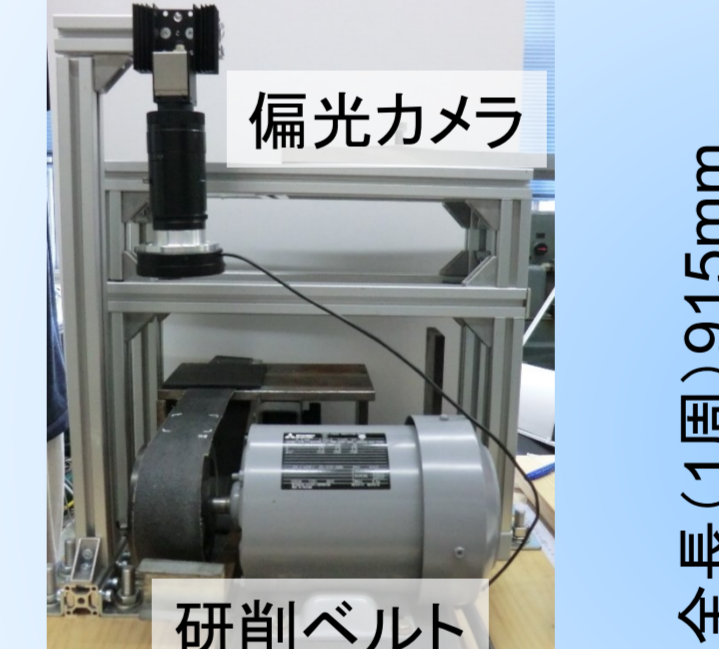
加工前後の反射除去画像から差分画像を生成し検出

- ①位置合わせと切り抜き
- ②差分画像生成と二値化
- ③変化箇所の検出



### 実験方法

実験システム外観



- ① 研削ベルト作業面の4か所を対象とした。
- ② 未加工時から研削時間5分まで1分毎に偏光カメラにて撮影を実施。
- ③
- ④

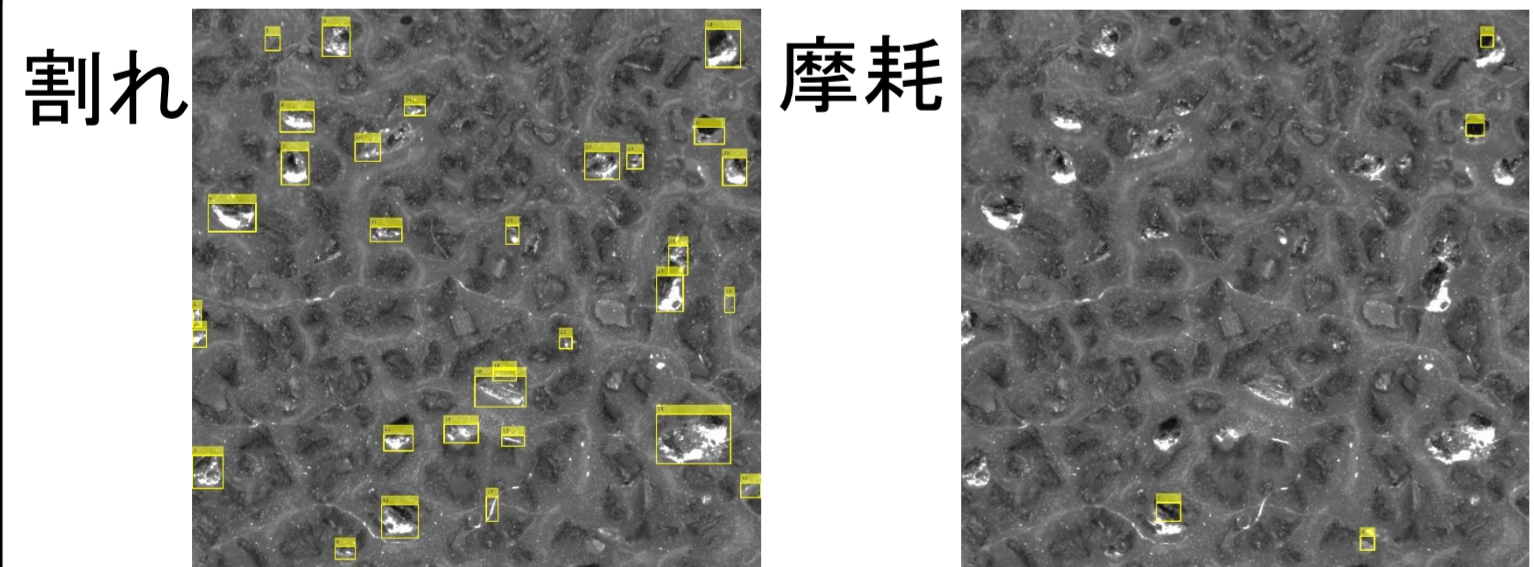
加工条件

ワーク	加工速度 m/min	研磨剤	粒度	撮影箇所
S50C	300	CC, Z	#24	4

### 結果と考察

#### 研削ベルトC#24

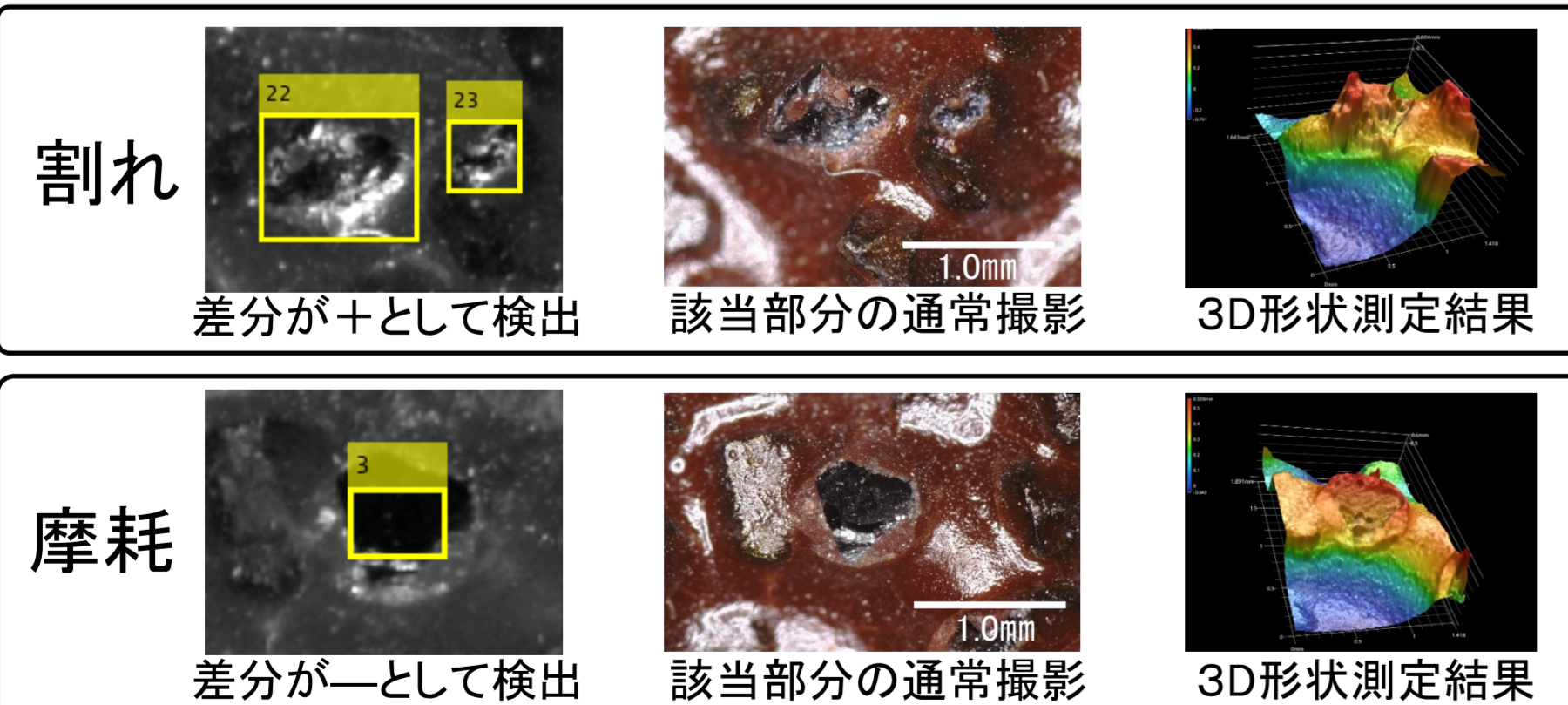
加工前と加工後(5分)の差分



変化箇所の検出個数:  
**割れ31か所 > 摩耗4か所**

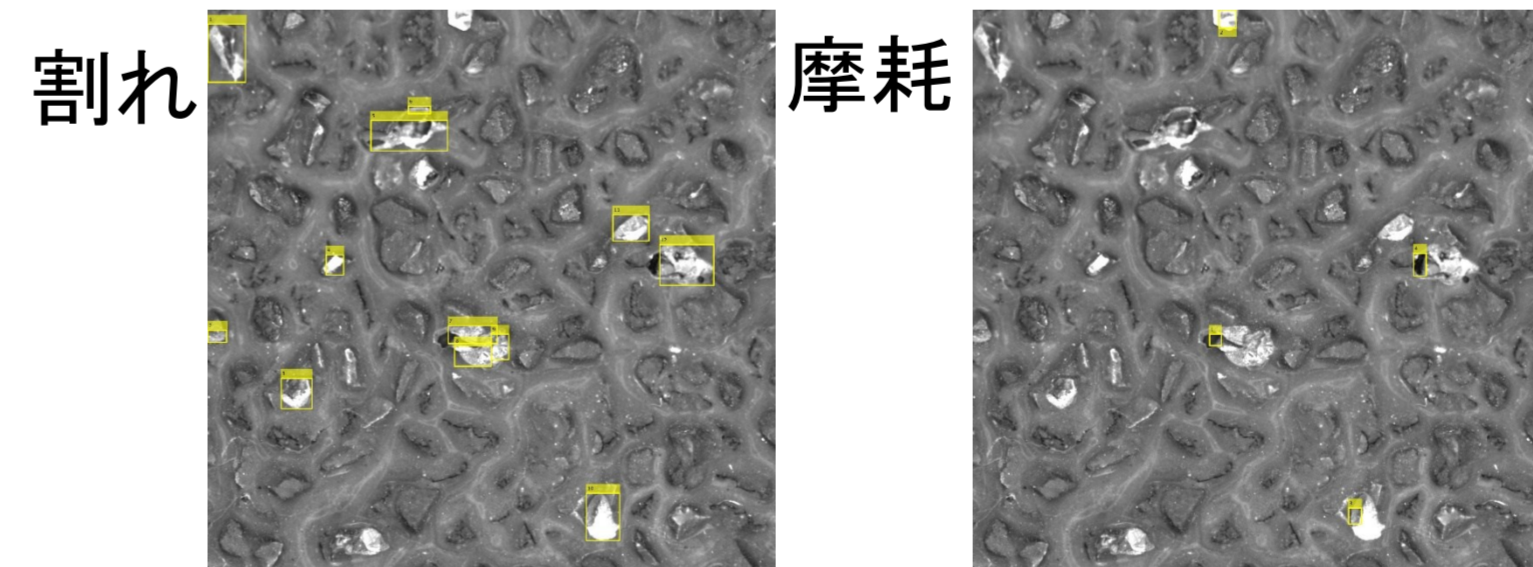
炭化ケイ素砥粒Cは**破碎**が生じやすい特性かつ5分までと短い時間で摩耗する砥粒も少ない

3D形状測定機VR-5000(KEYANCE製)で形状を確認



#### 研削ベルトZ#24

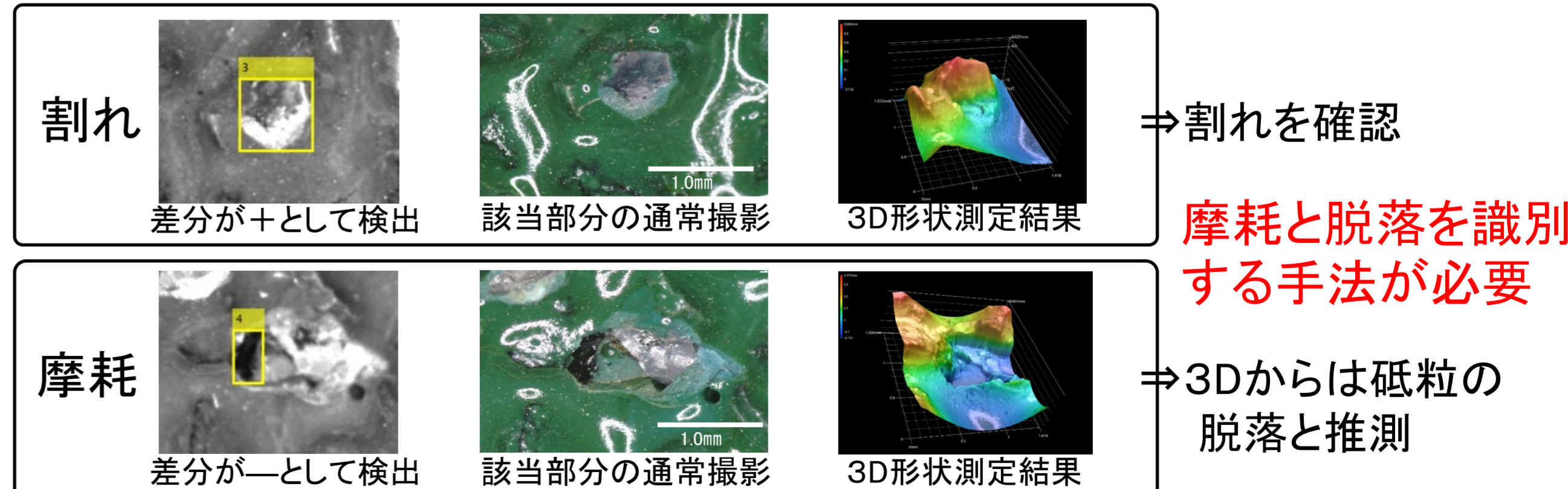
加工前と加工後(5分)の差分



変化箇所の検出個数:  
**割れ12か所 > 摩耗4か所**

ジルコニア砥粒Zの研削ベルトは**高靱性の砥粒**で変化が少ないC砥粒と比較し割れは約1/3

3D形状測定機VR-5000(KEYANCE製)で形状を確認



### まとめ

偏光カメラによる撮影と画像処理により砥粒の状態変化を観察・評価した。その結果以下のことが明らかになった。

1. 加工前後の反射除去画像から、割れが発生している砥粒とその位置の特定が可能である。
2. 摩耗に関しても同様に検出できる可能性があるが、砥粒の脱落と区別する手法が必要である。

今後の課題として、偏光カメラから得られる偏光度・偏光角度などの情報を利用し、砥粒の割れ・摩耗・脱落といった現象を判別すること挙げられる。

偏光技術は古くから利用されてきているものの、偏光カメラが開発され、工学的な利用が検討されているのは、最近のことです。既に工業的に利用されている、従来のカメラ撮影等では区別できなかった【製品の傷やゴミ、表面の状態】などが、偏光情報を利用すると、より正確にできる可能性があり、工業的な応用拡大が期待されています。