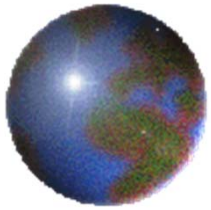
第2回（平成25年度第2回）CRCフォーラム（平成25年10月17日（木）開催）
「表面に機能を与える高付加価値製造技術」

微細加工による表面機能の制御

松村　隆　教授
工学部機械工学科

TDU
東京電機大学



微細加工による表面機能の制御

東京電機大学 CRCフォーラム

平成25 年10月17日

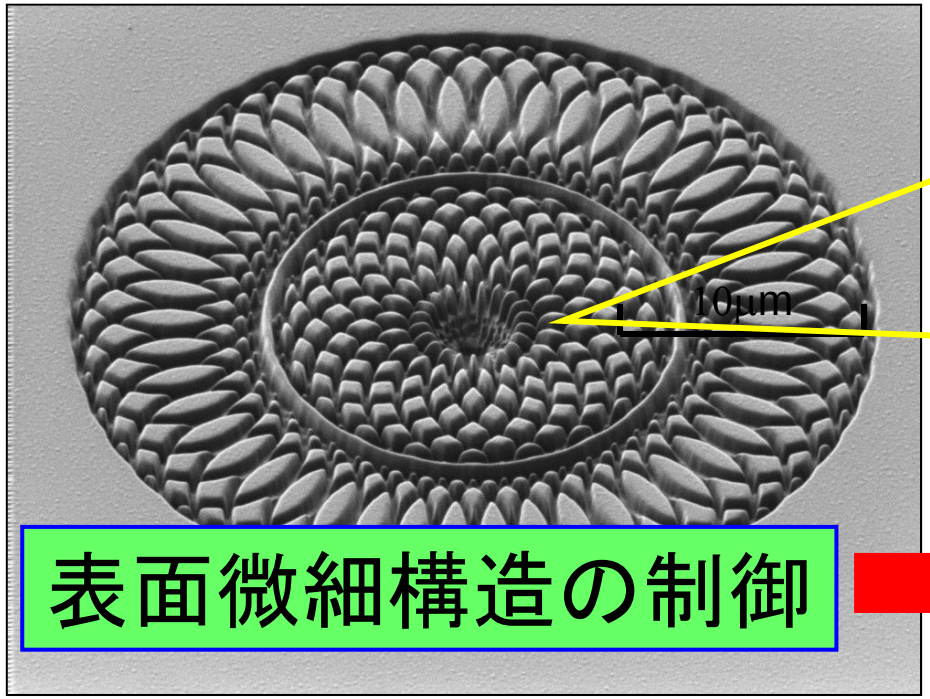
東京電機大学　松村　隆

機械加工による機能表面

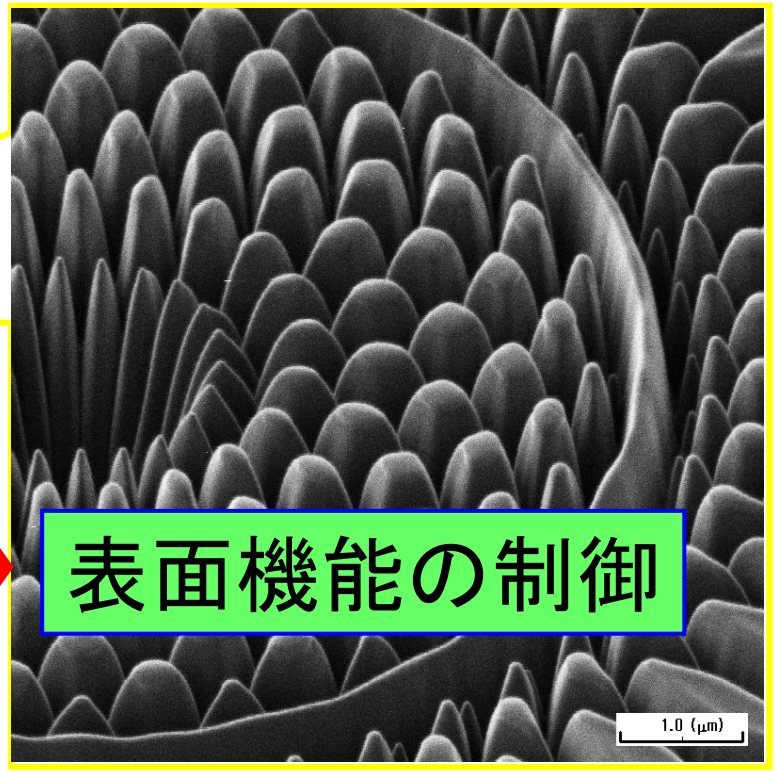
TDU Tokyo Denki University
Department of Mechanical Engineering
Production Engineering &
Intelligent Manufacturing System Lab.
PE&IMS Lab.

機能統合表面　　傾斜機能表面

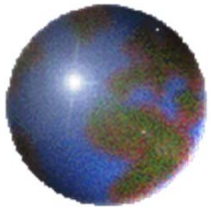
エンジニアリング・サーフェース



表面微細構造の制御



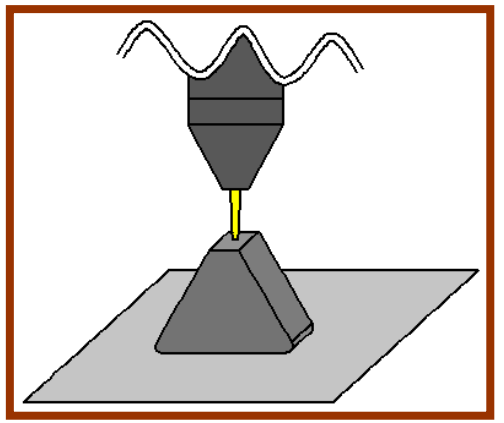
表面機能の制御



マイクロ金型による微細構造加工

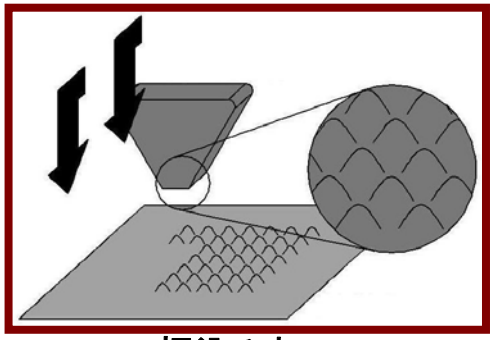
STEP 1

- FIB（集束イオンビーム）により，工具先端に微細構造をもつストラクチャ工具を製作する.



STEP 2

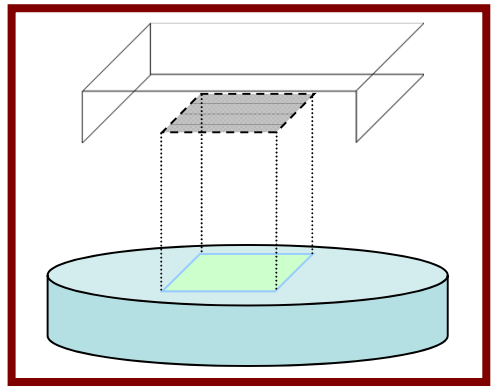
- ストラクチャ工具をNC制御によって金属板に押込み，プラスチック金型を成形する.



押込み加工

STEP 3

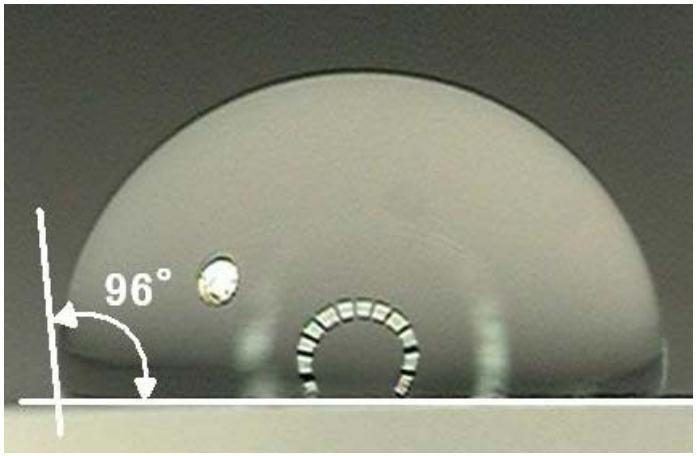
- プラスチック金型を用いて微細構造をプラスチック表面に転写する.



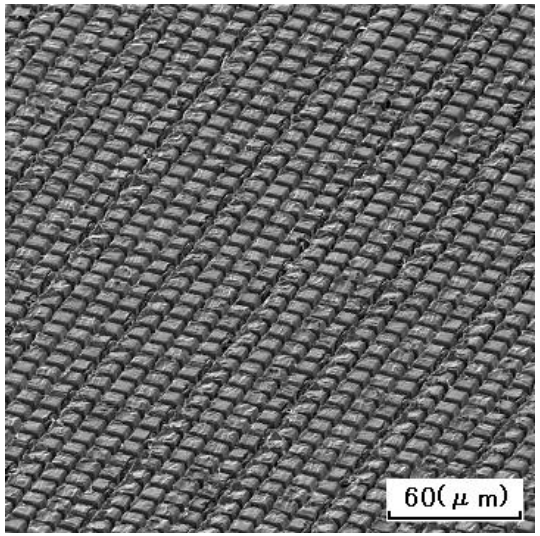
ストラクチャ転写

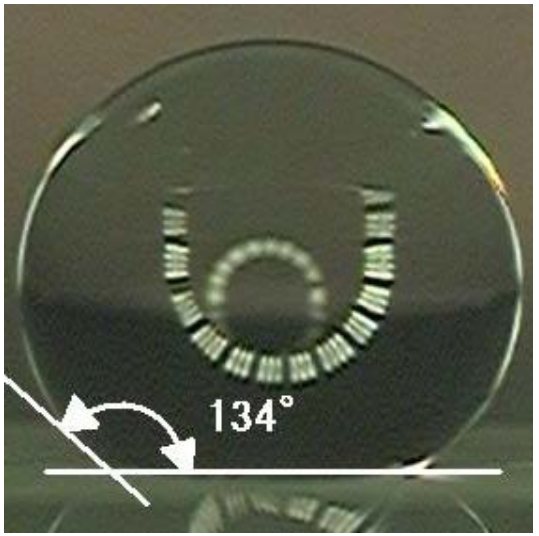
撥水性・ぬれ性の評価

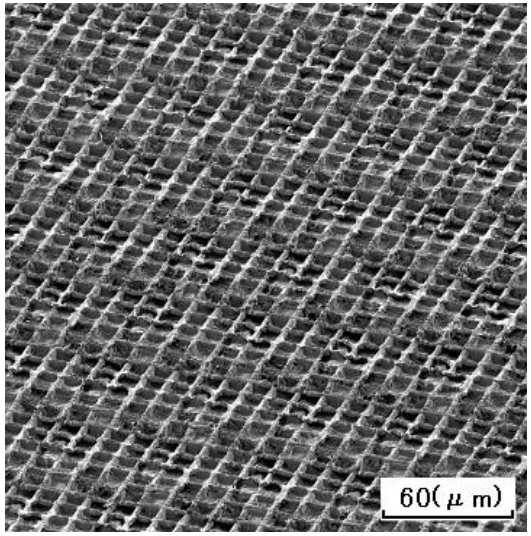
TDU
Tokyo Denki University
Department of Mechanical Engineering
Production Engineering &
Intelligent Manufacturing System Lab.
PE&IMS Lab.

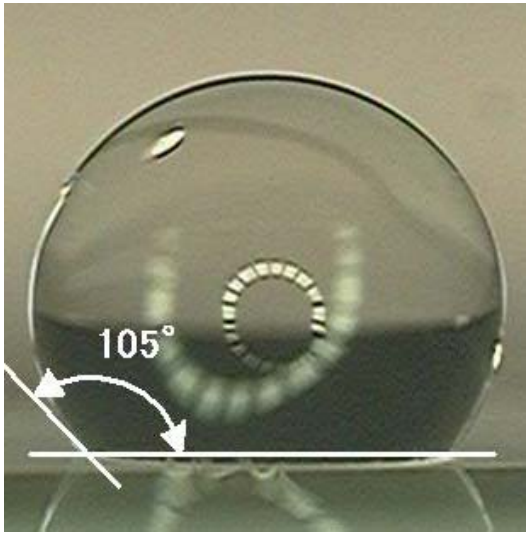


ポリエステル表面接触角：
96°



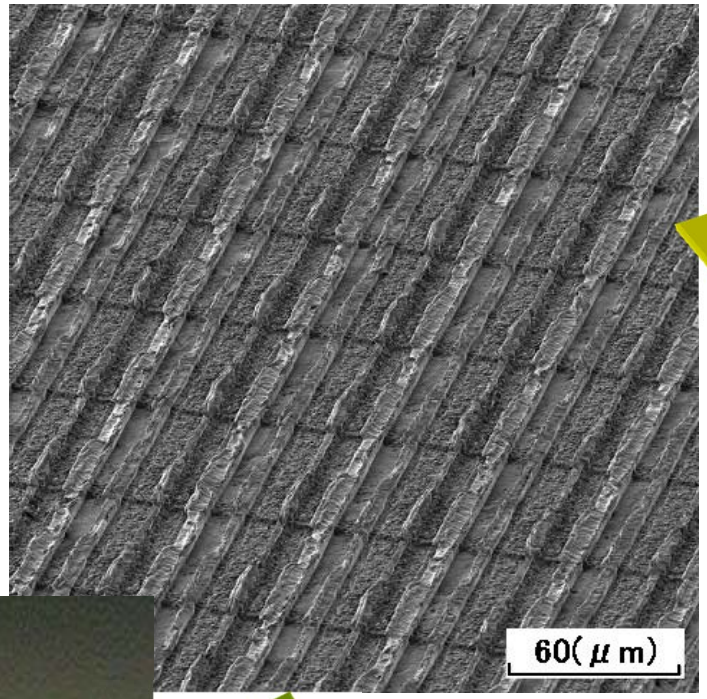


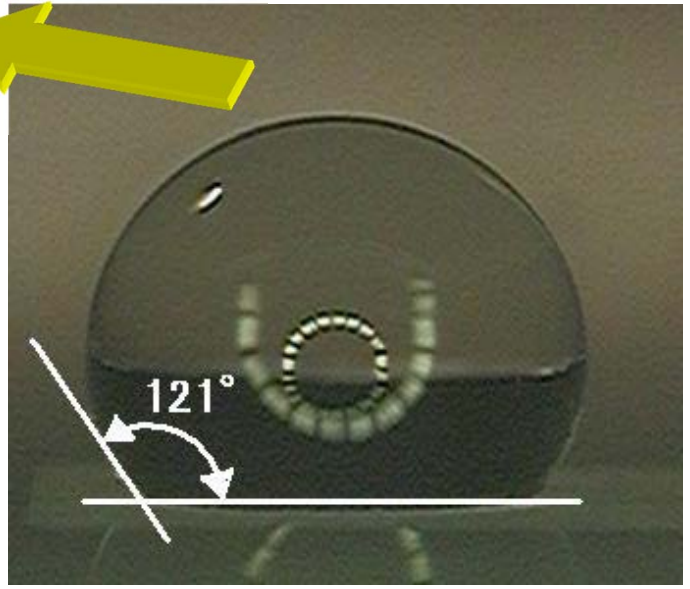


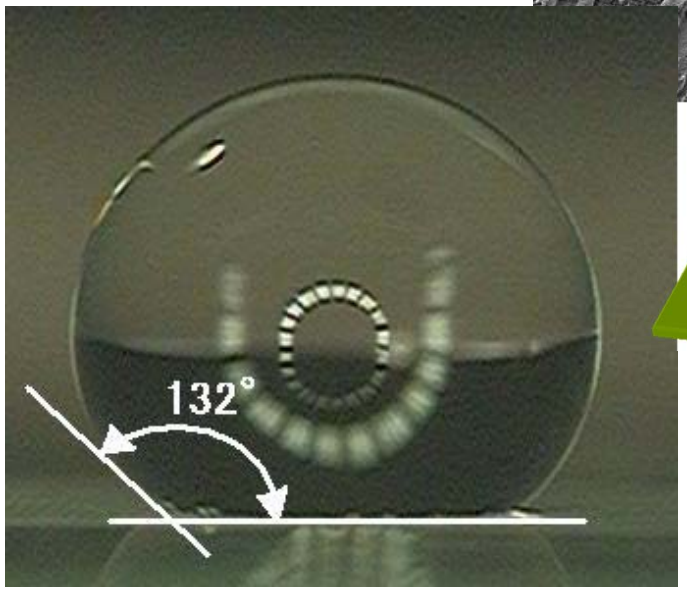


縞状突起ストラクチャ表面における撥水の異方性

TDU
Tokyo Denki University
Department of Mechanical Engineering
Production Engineering &
Intelligent Manufacturing System Lab.
PE&IMS Lab.



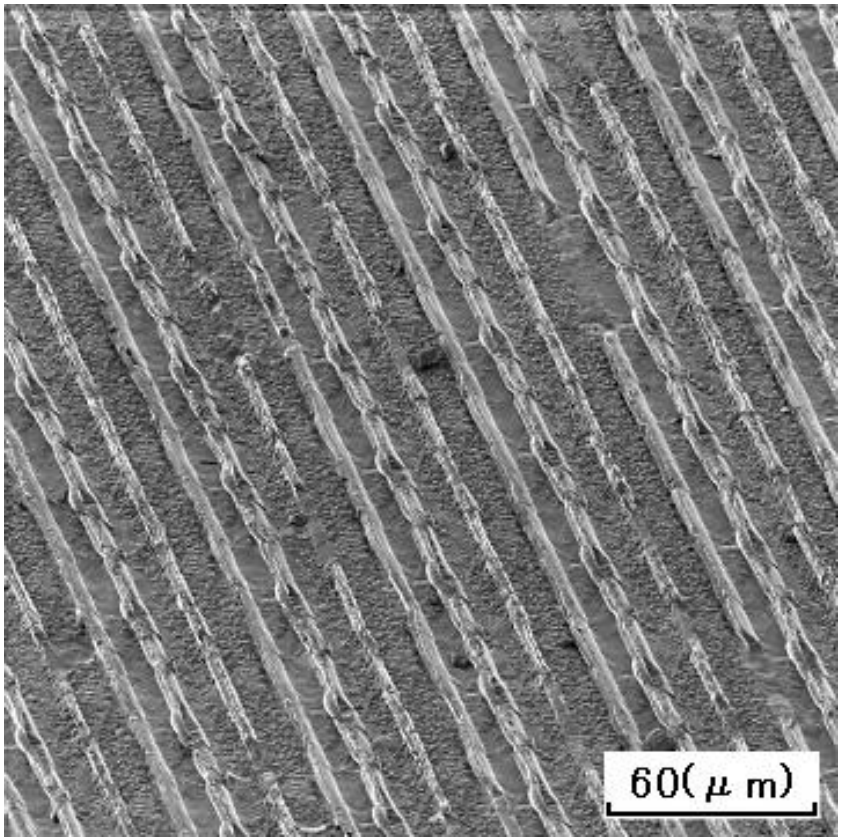


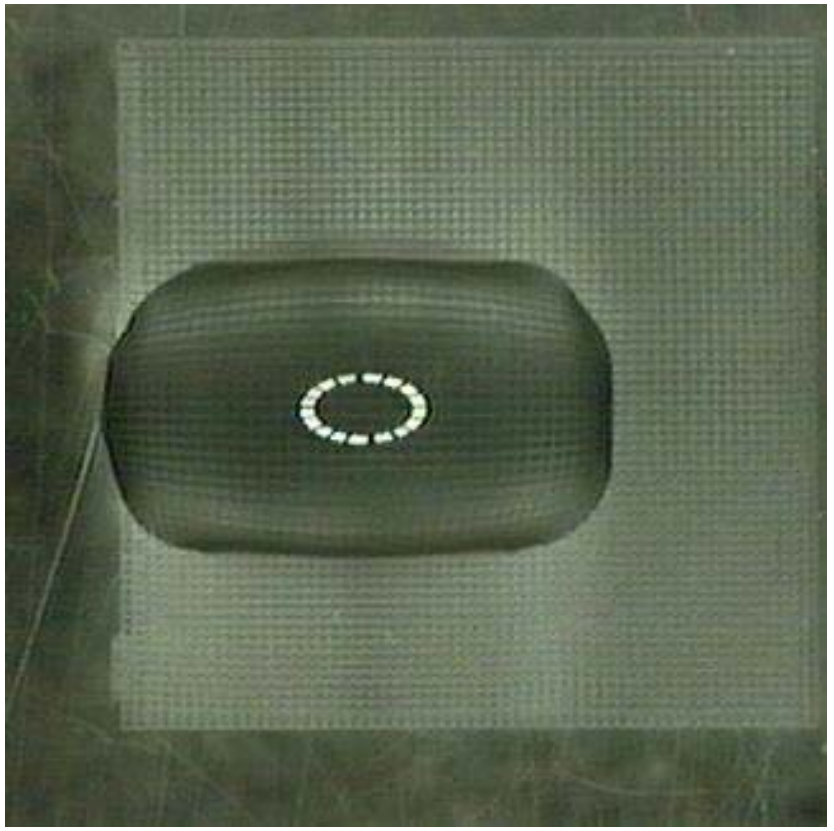


丸い水滴を四角くする

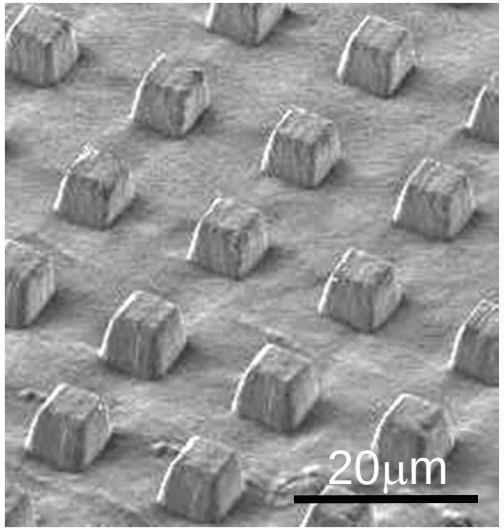
???

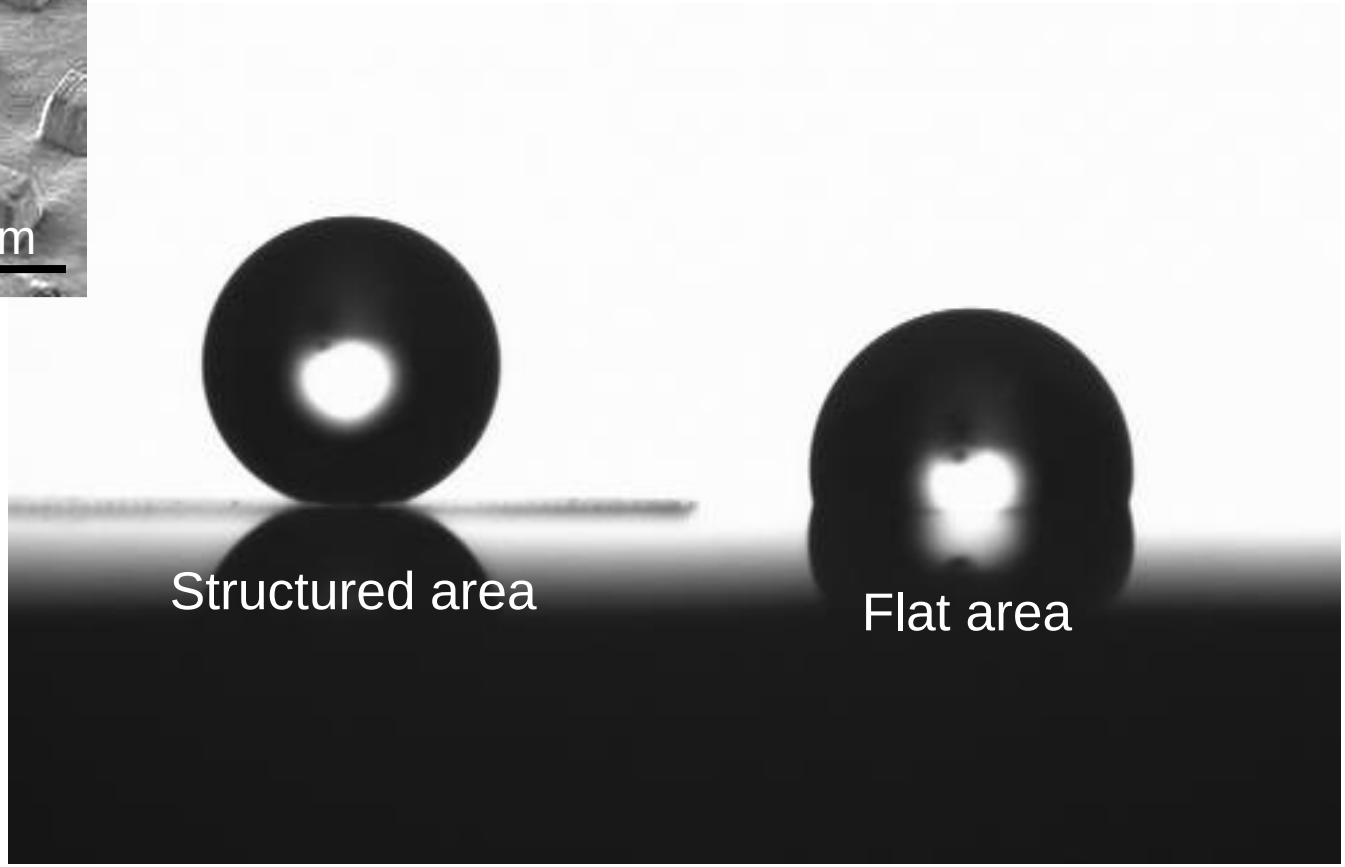
TDU Tokyo Denki University
Department of Mechanical Engineering
Production Engineering &
Intelligent Manufacturing System Lab.
PE&IMS Lab.

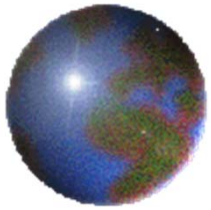




微細構造で超撥水

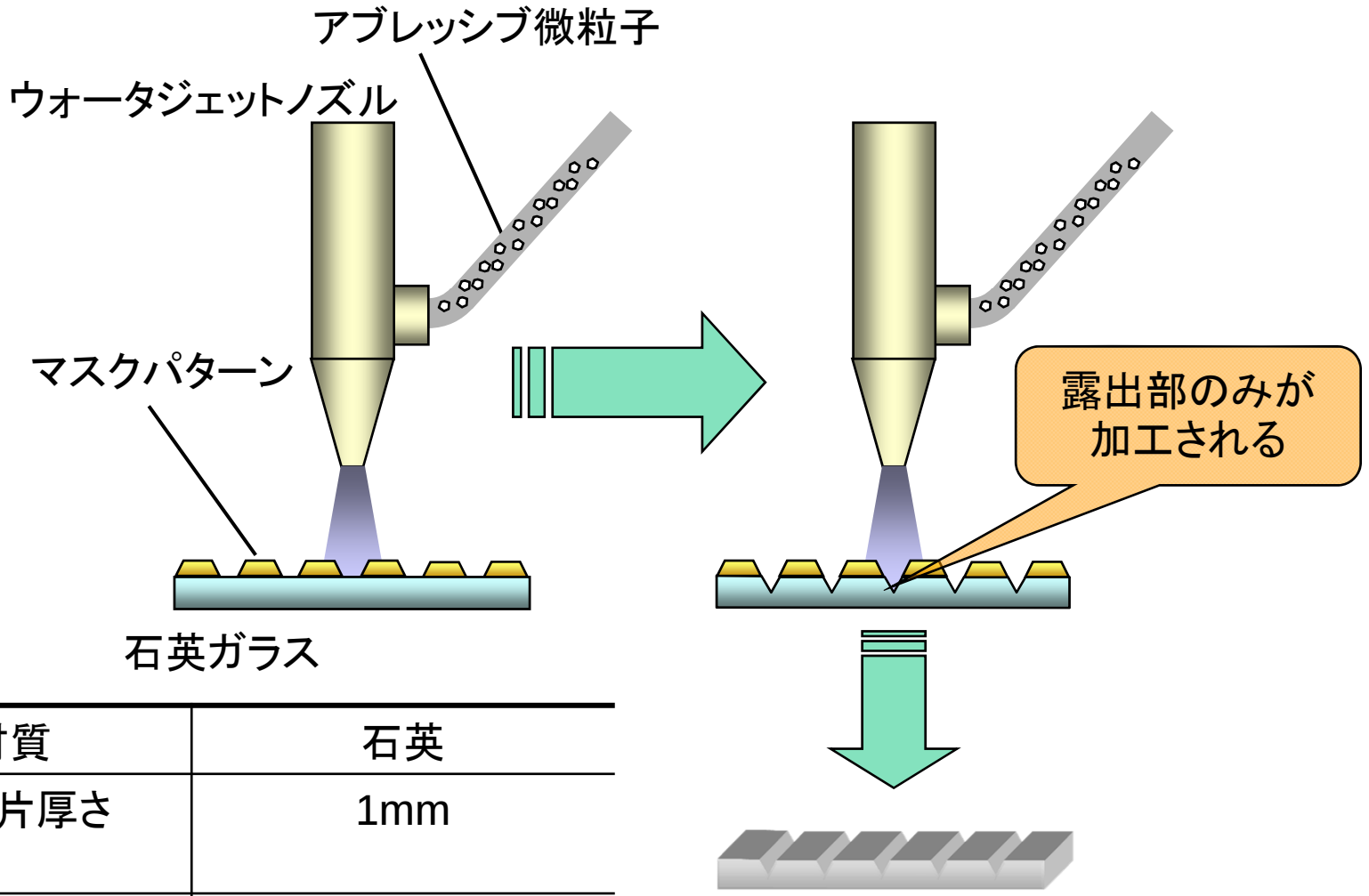






ウォータジェットによる
ガラスの微細加工

加工原理



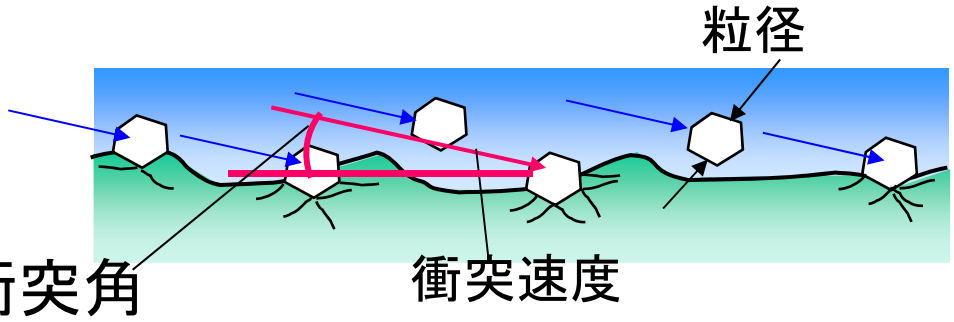
材質	石英
試験片厚さ	1mm
加工溝幅	20μm
加工溝深さ	1～3μm

- 脆性損傷のない加工

⇒ 粒子の粒径・衝突角を小さくする

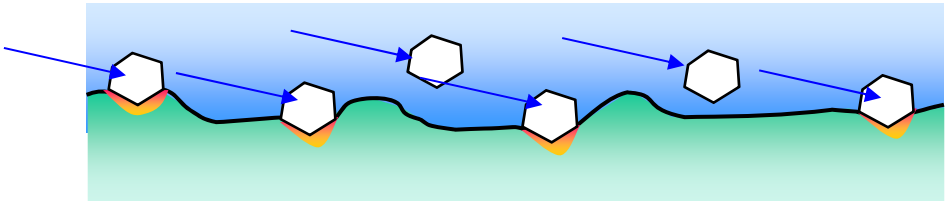
- 高能率加工

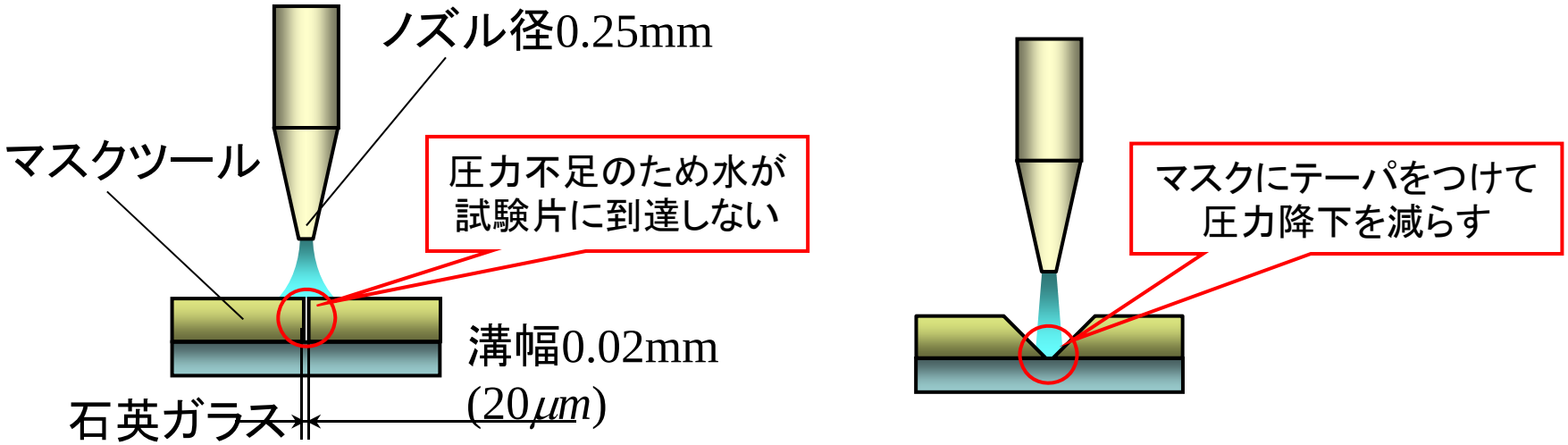
⇒ 衝突速度を大きくする

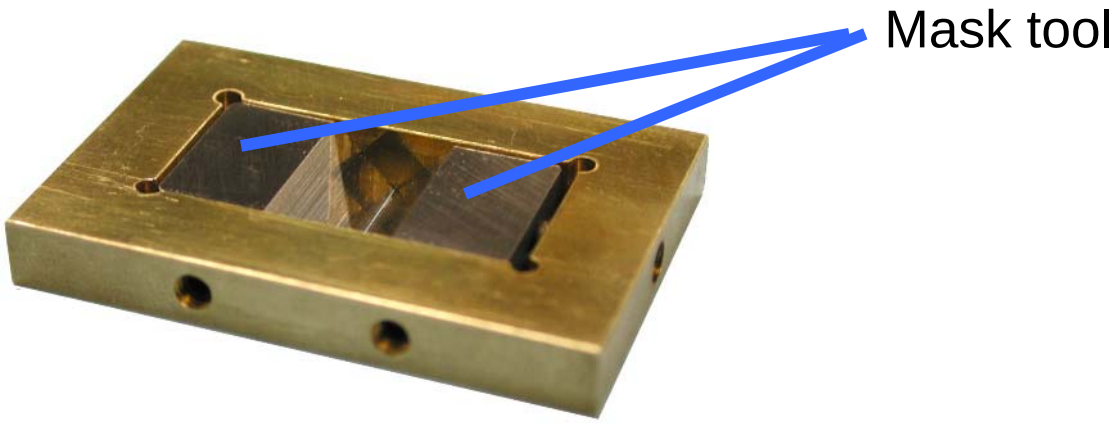


- 高能率平滑化

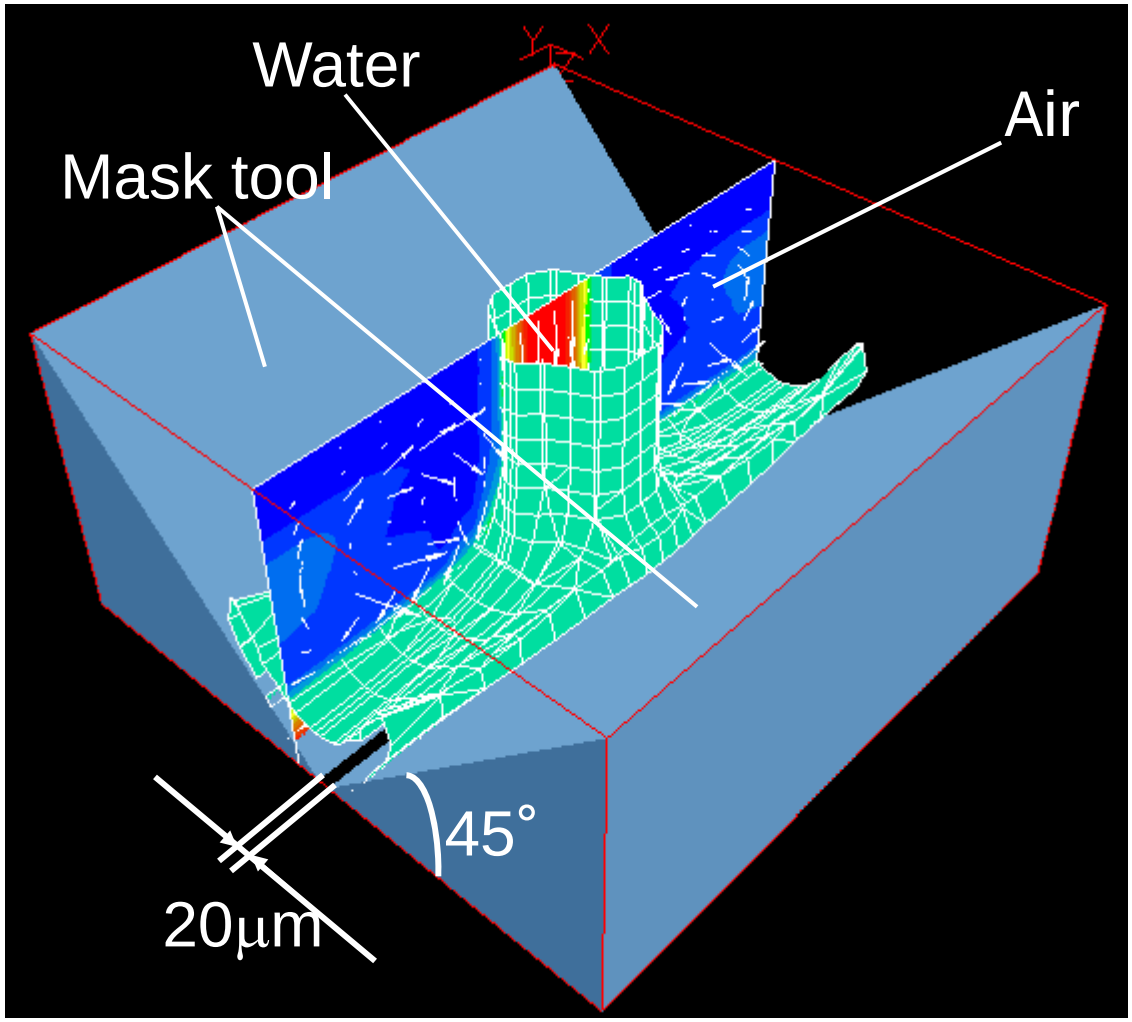
⇒ 化学的作用の利用



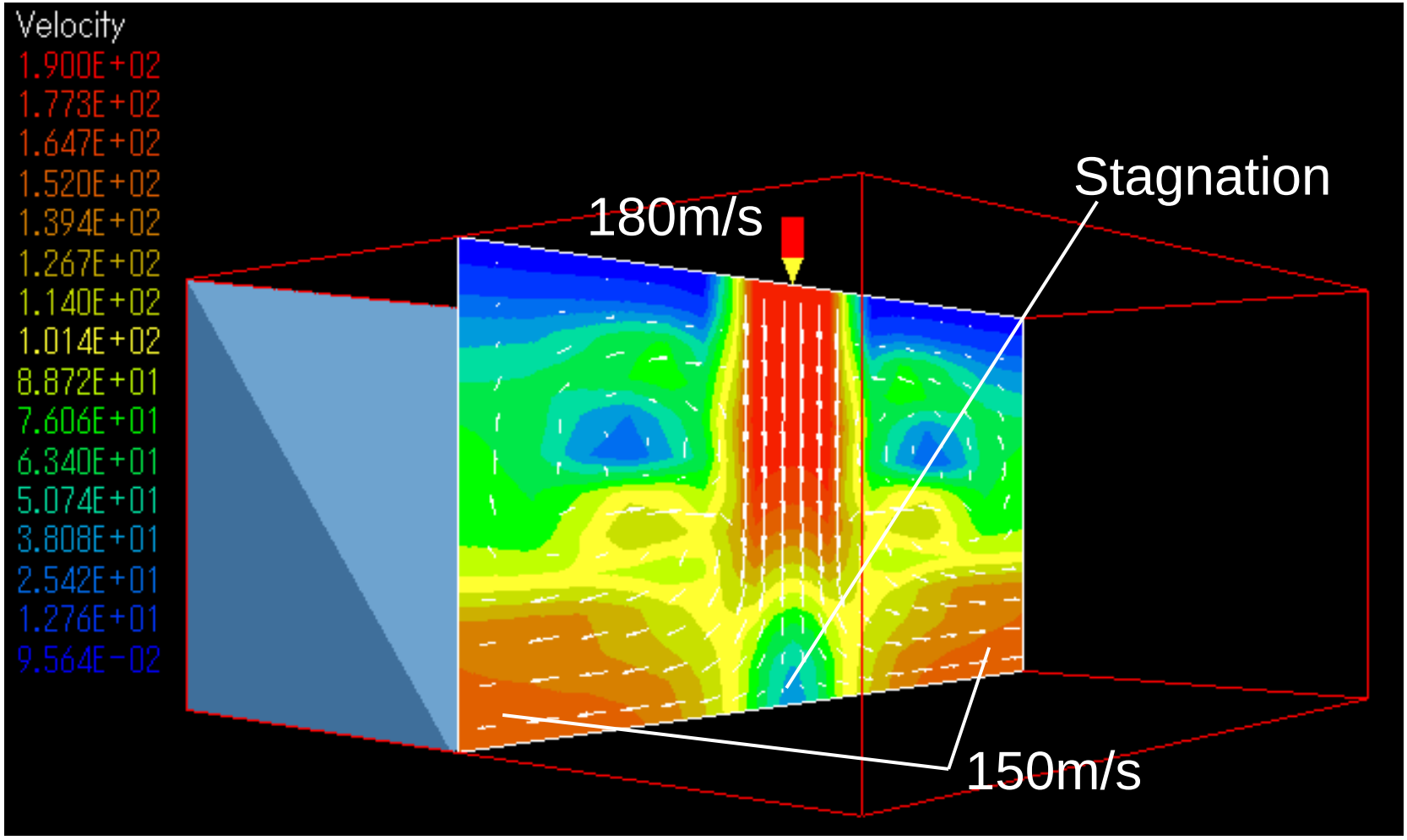

ノズル径0.25mm
マスクツール
圧力不足のため水が
試験片に到達しない
溝幅0.02mm
(20μm)
石英ガラス
マスクにテーパをつけて
圧力降下を減らす


Mask tool

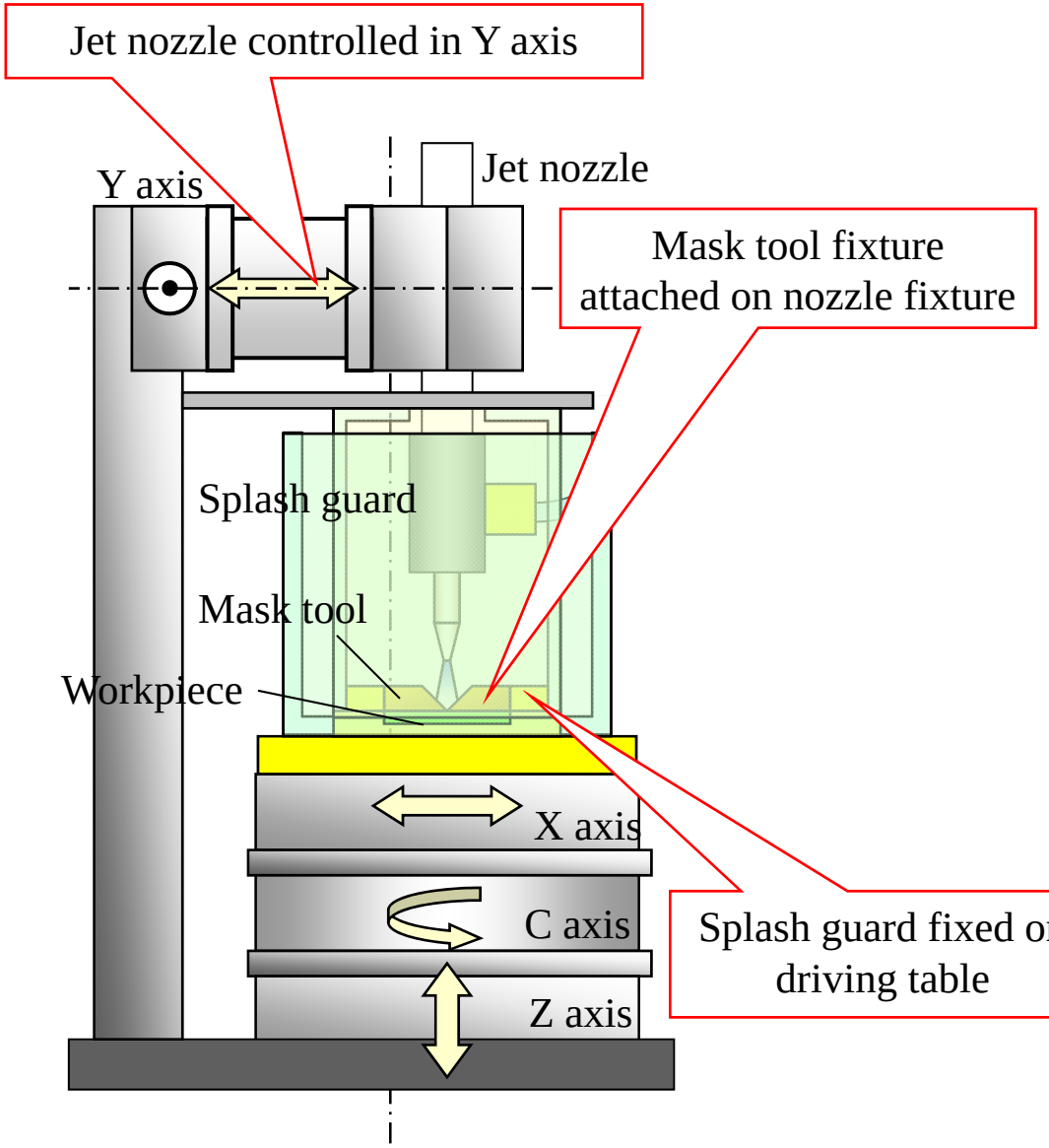
噴流直下の流れ

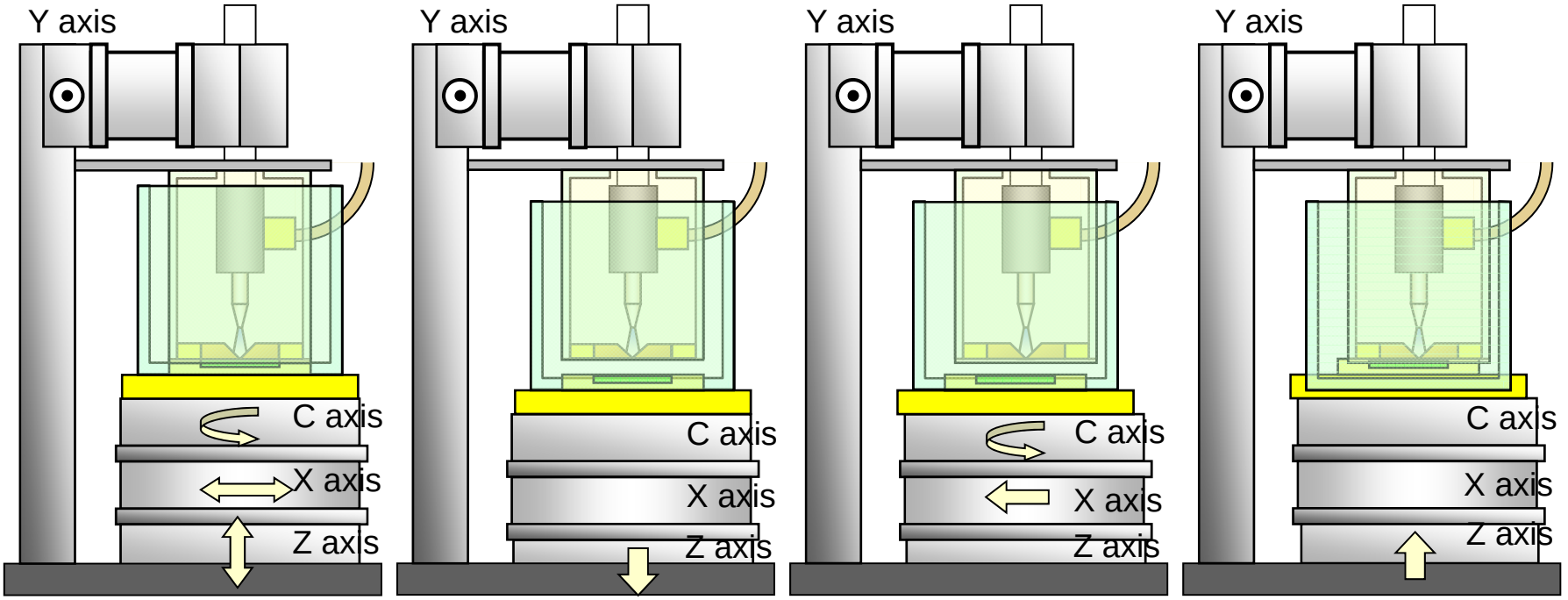


噴流の流れ場


Velocity
1.900E+02
1.773E+02
1.647E+02
1.520E+02
1.394E+02
1.267E+02
1.140E+02
1.014E+02
8.872E+01
7.606E+01
6.340E+01
5.074E+01
3.808E+01
2.542E+01
1.276E+01
9.564E-02
180m/s
Stagnation
150m/s

微細溝加工機


Jet nozzle controlled in Y axis
Y axis
Jet nozzle
Mask tool fixture
attached on nozzle fixture
Splash guard
Mask tool
Workpiece
X axis
C axis
Z axis
Splash guard fixed on
driving table



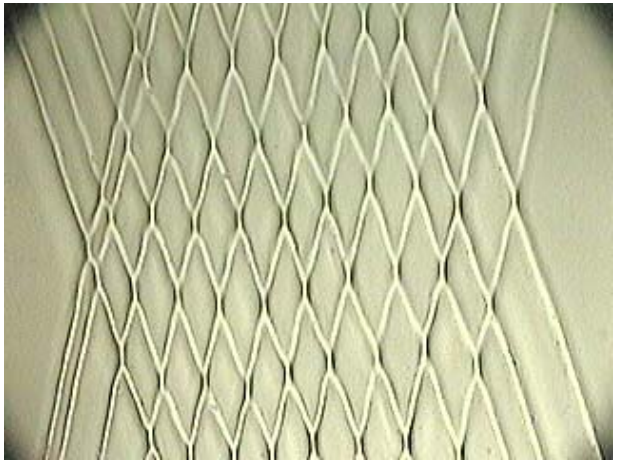
Original position
Controlled axis

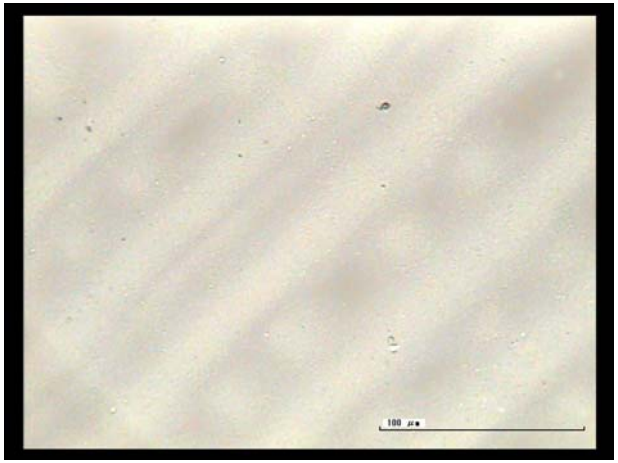
Move down in Z axis

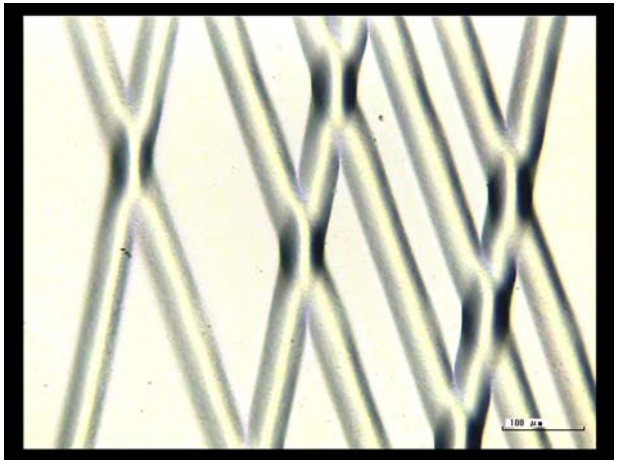
Move in X axis
Rotate in C axis

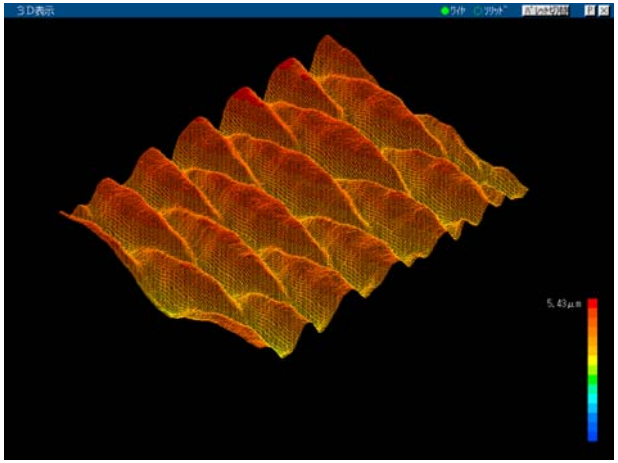
Move up in Z axis

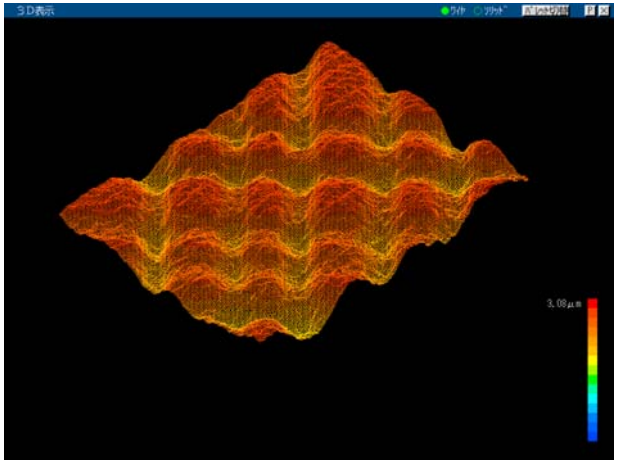
加工事例

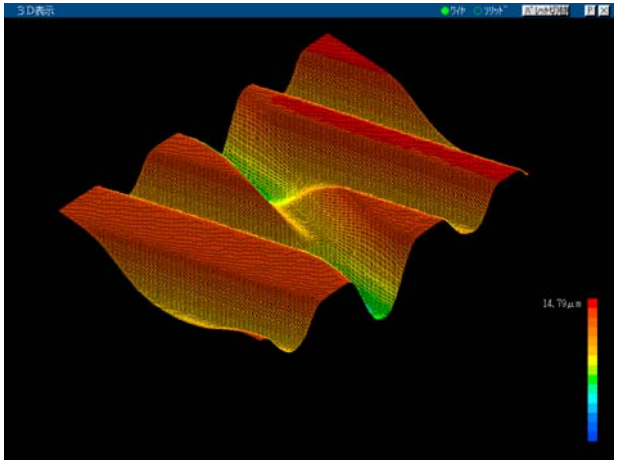








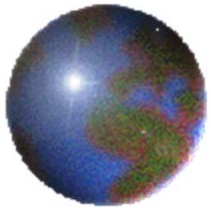




斜方格子
ガラス

正方格子
ガラス

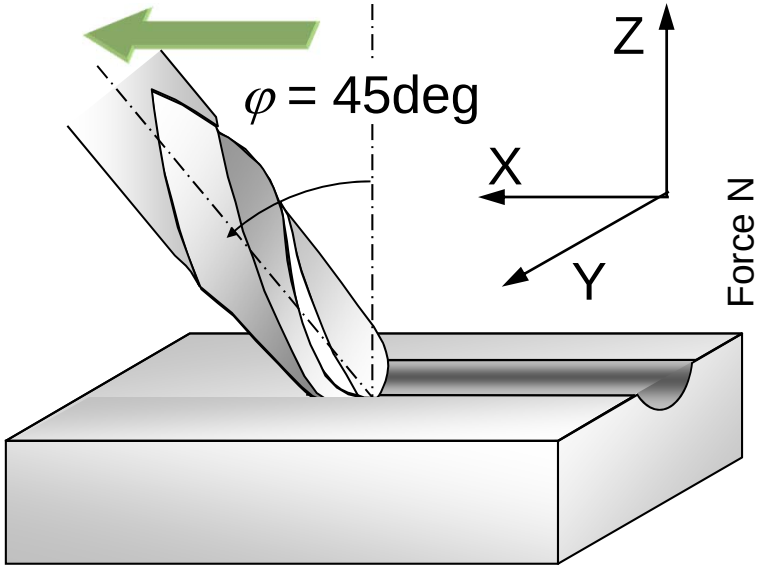
斜方不等ピッチ格子
SiO_2

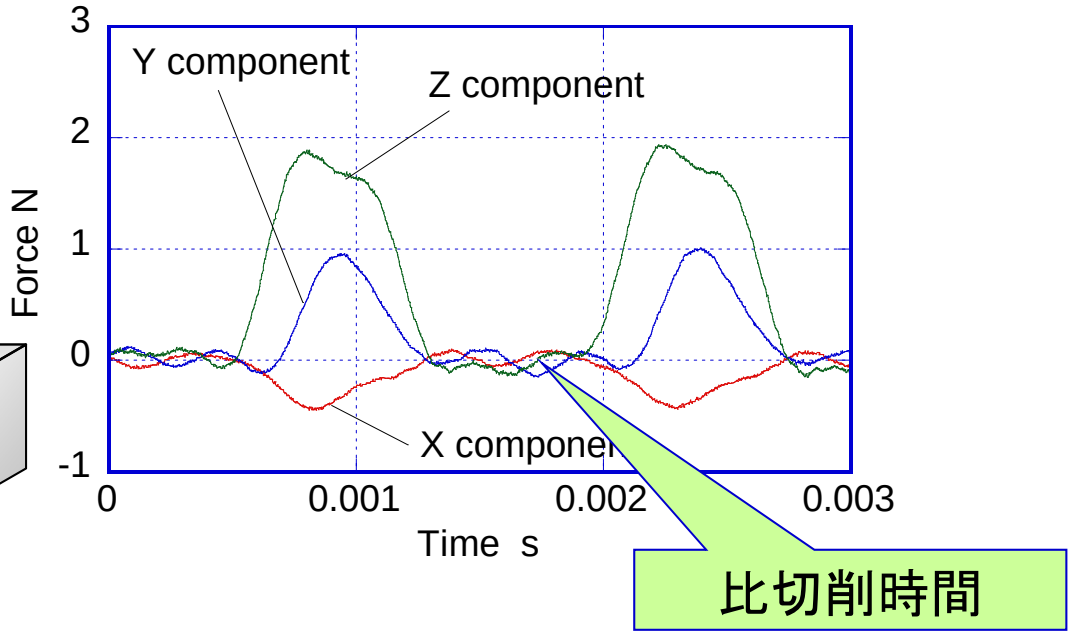


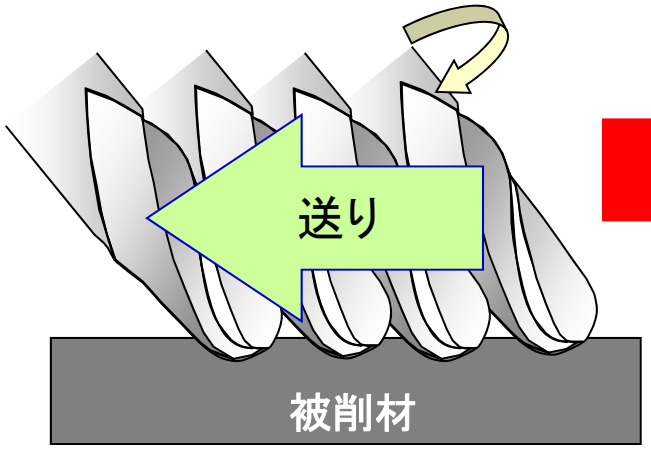
マイクロディンプルの高能率切削

工具傾斜を伴う切削過程 TDU

Tokyo Denki University
Department of Mechanical Engineering
Production Engineering &
Intelligent Manufacturing System Lab.
PE&IMS Lab.







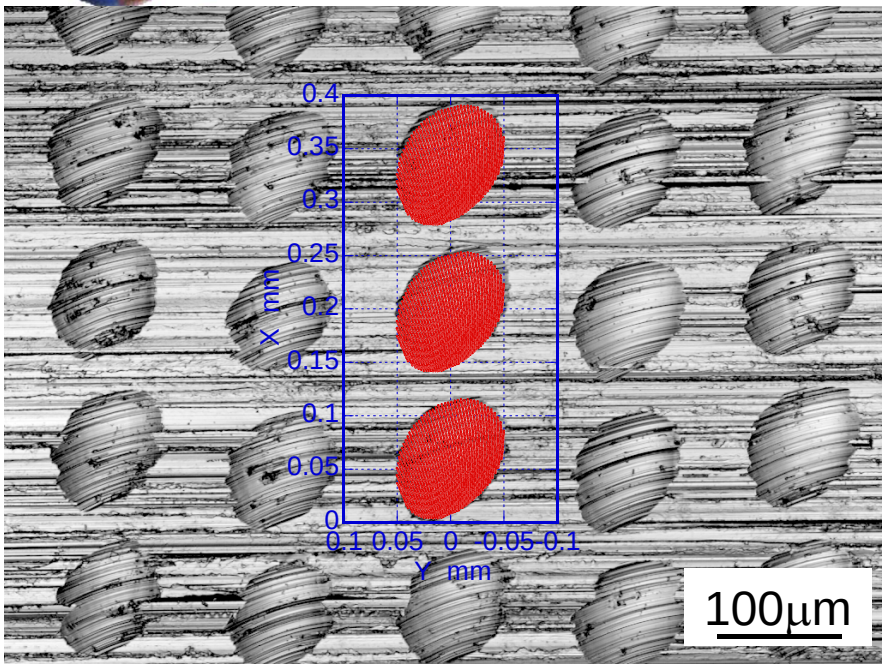
送り速度を早くすると．．．

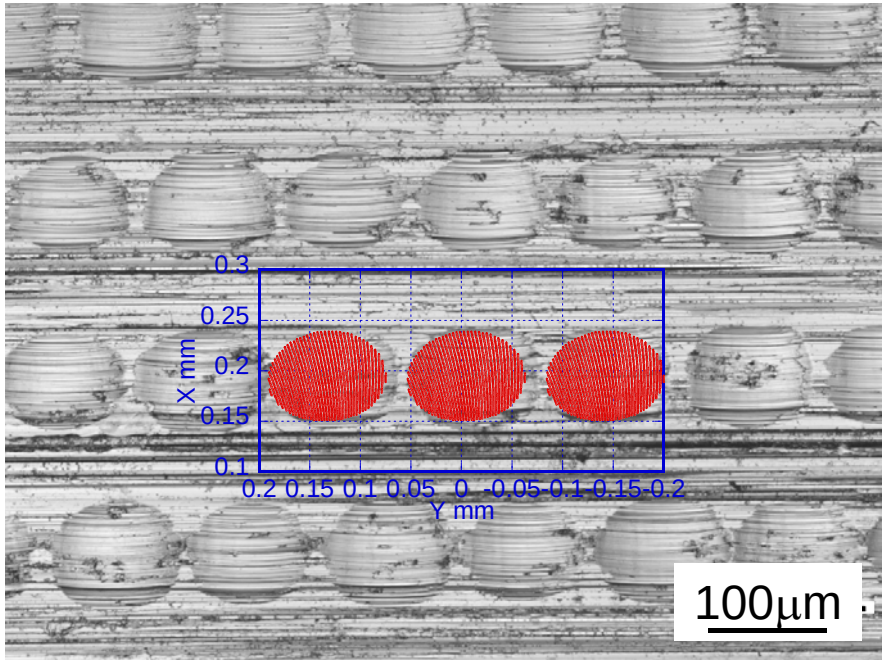
先行切れ刃の除去領域を削らない

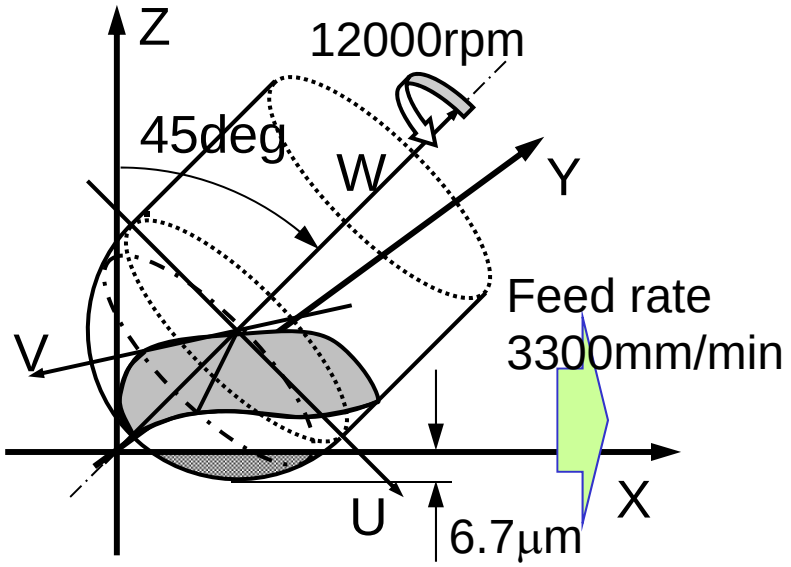
周期的なマイクロディンプル加工

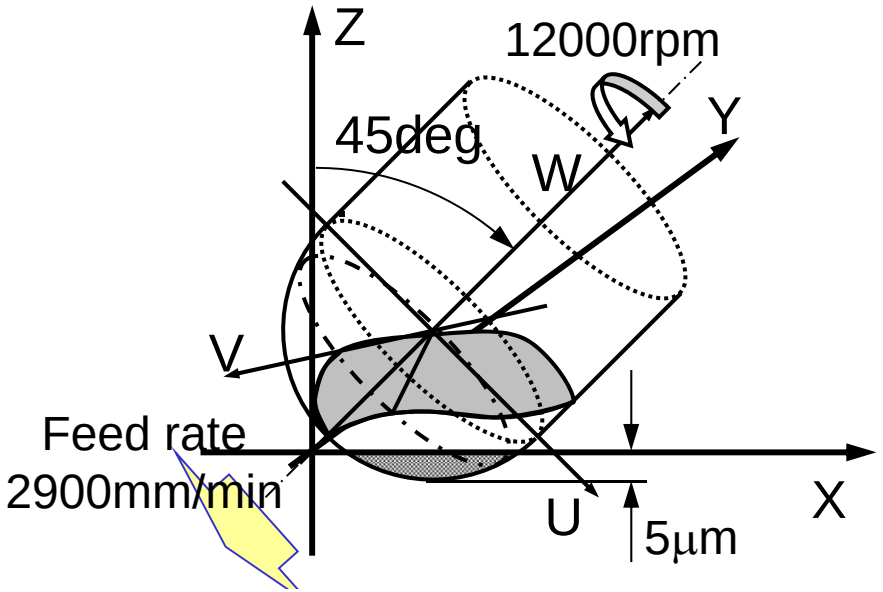
加工事例

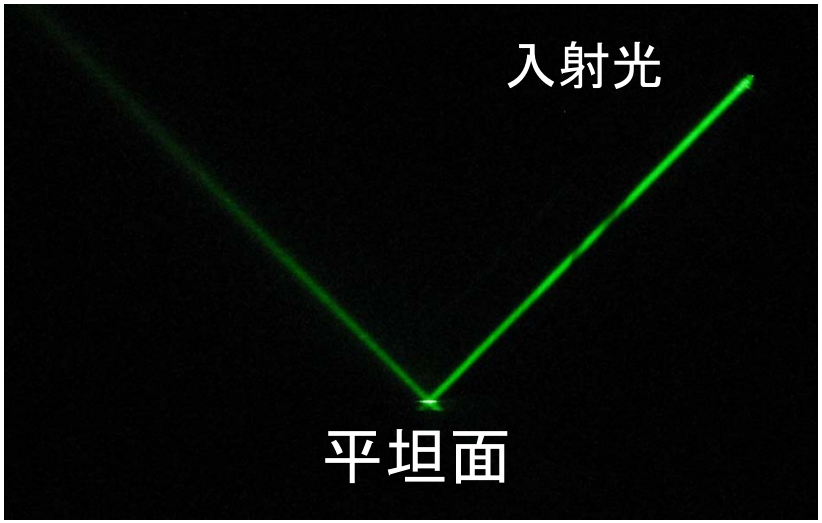
TDU Tokyo Denki University
Department of Mechanical Engineering
Production Engineering &
Intelligent Manufacturing System Lab.
PE&IMS Lab.

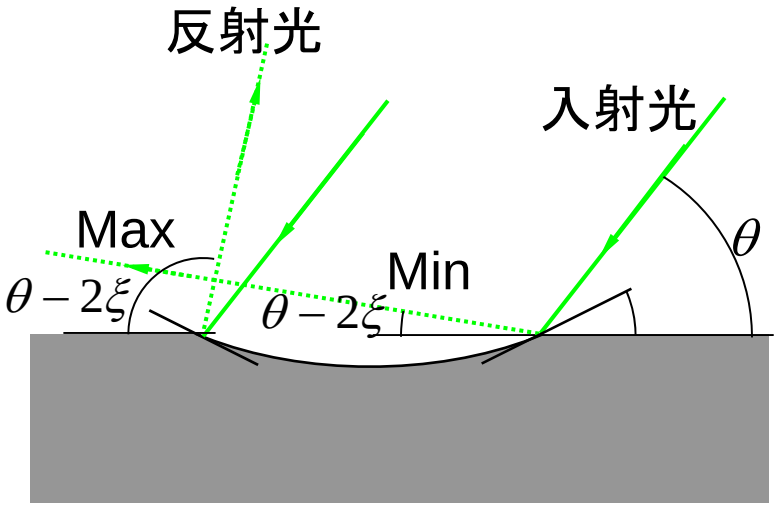


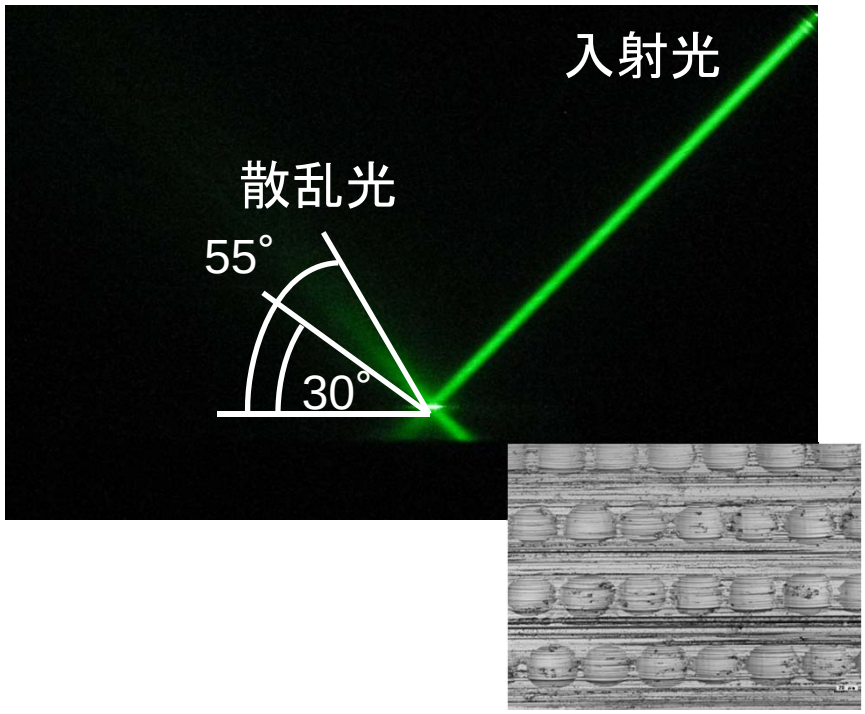


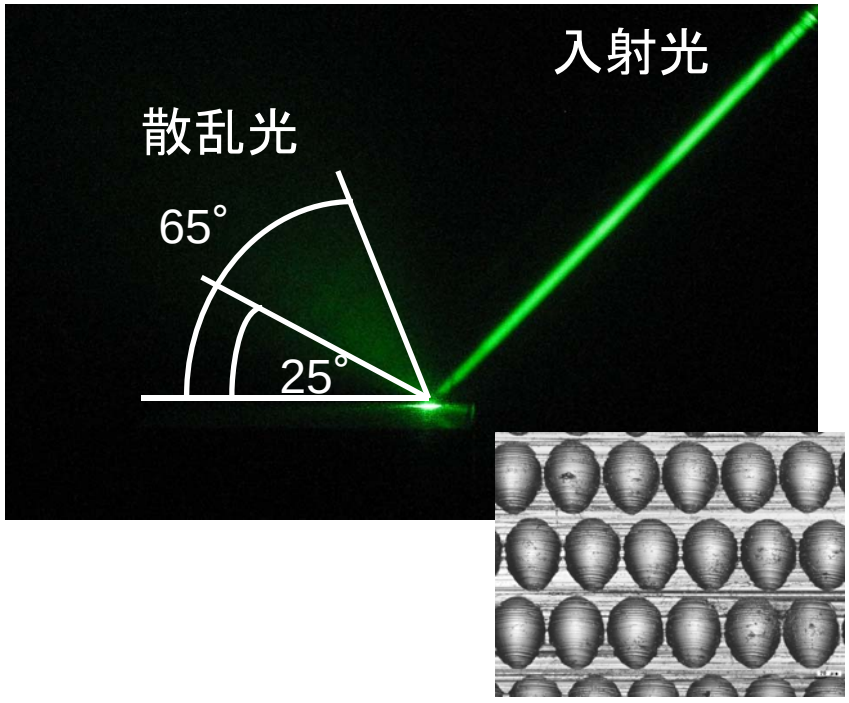





入射光
平坦面

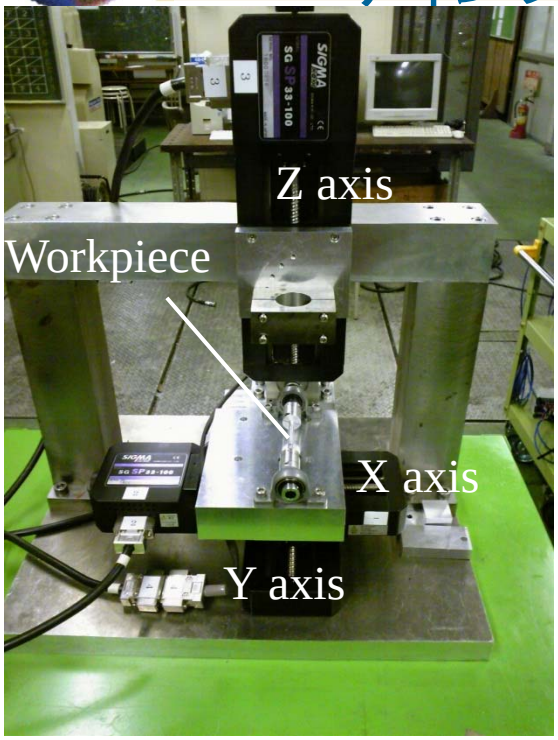

反射光
入射光
Max
Min
θ
θ − 2ξ
θ − 2ξ

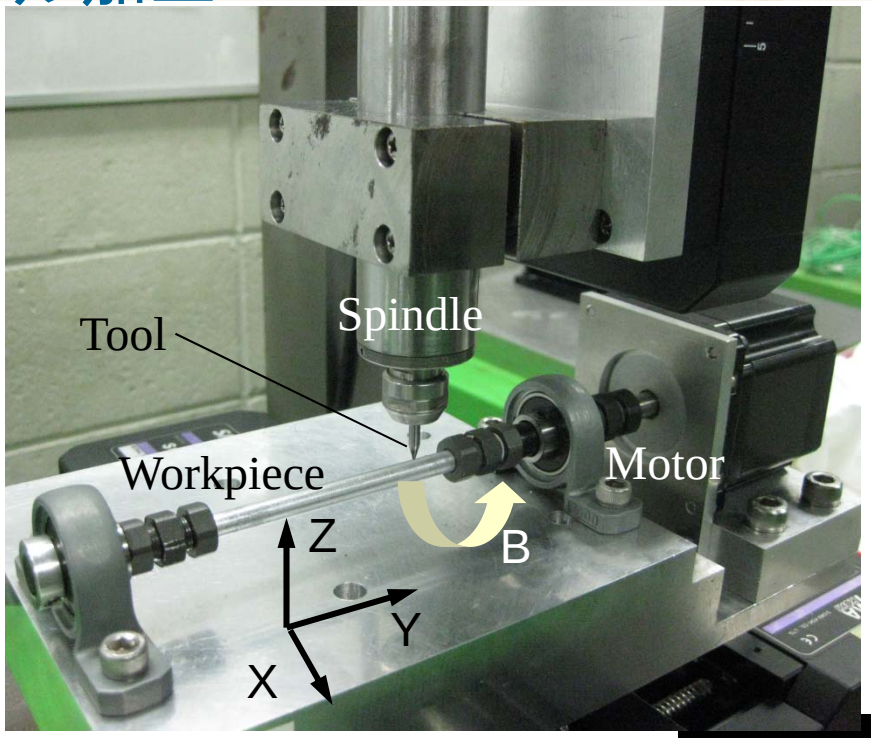

入射光
散乱光
55°
30°

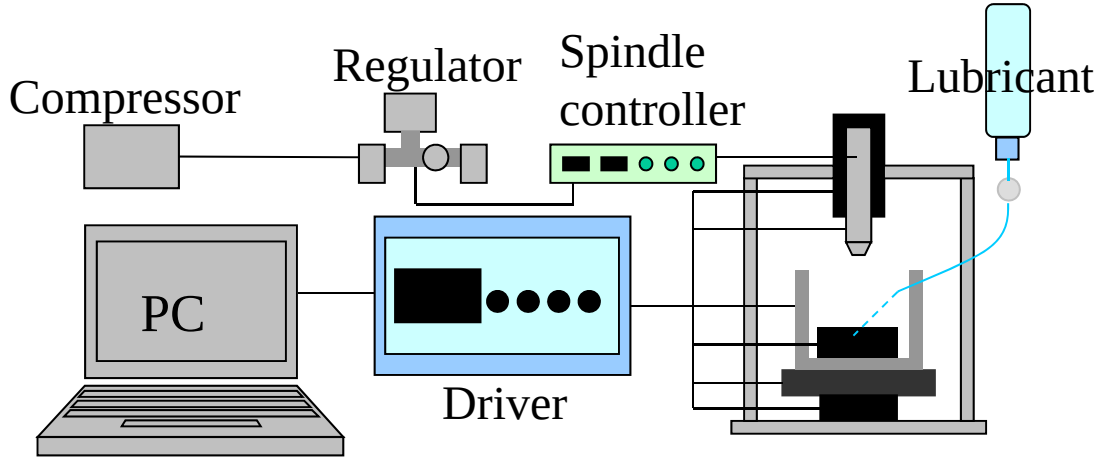

入射光
散乱光
65°
25°

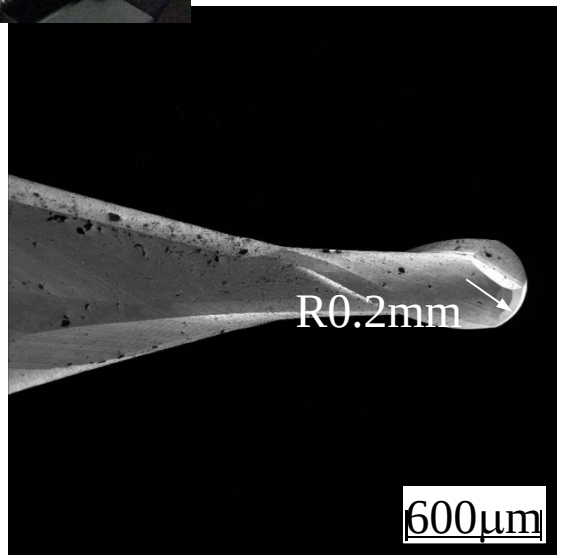
シリンダ表面へのディンプル加工

TDU Tokyo Denki University
Department of Mechanical Engineering
Production Engineering &
Intelligent Manufacturing System Lab.
PE&IMS Lab.









加工事例

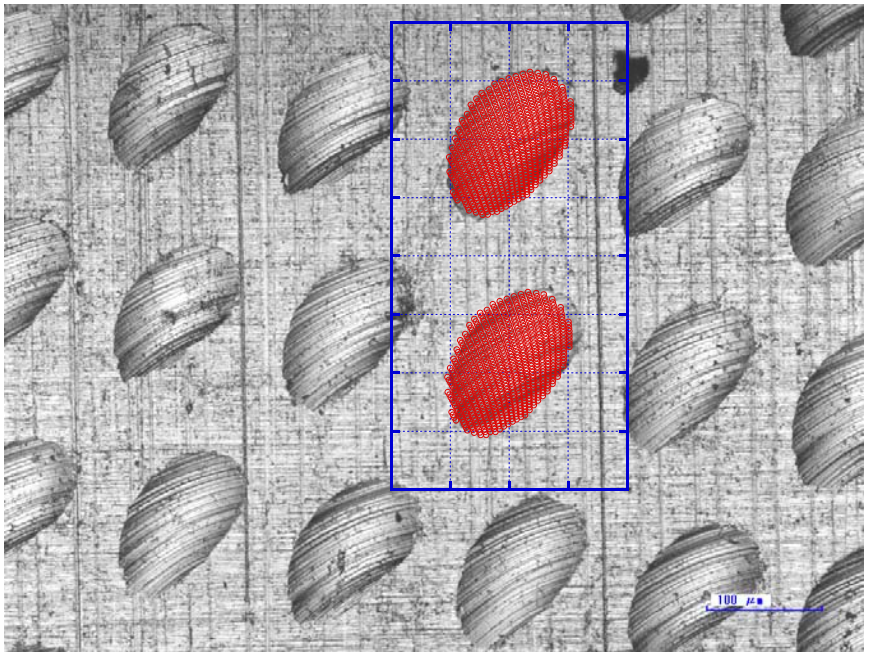
TDU Tokyo Denki University
Department of Mechanical Engineering
Production Engineering &
Intelligent Manufacturing System Lab.
PE&IMS Lab.

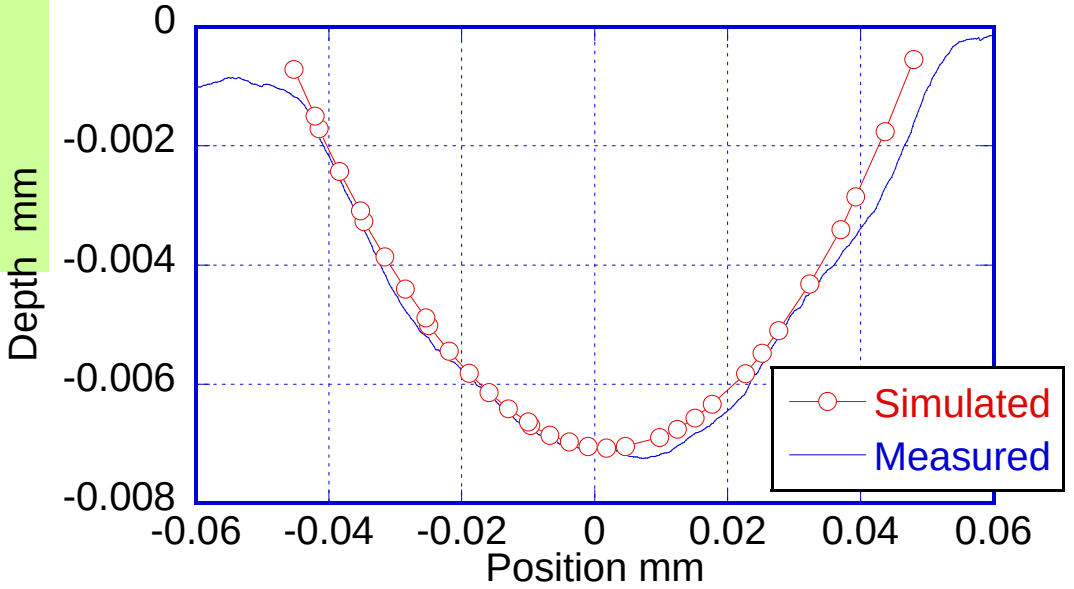
被削材: **アルミ合金**
直径: 6mm

工具: **ボールエンドミル**
直径: 0.4mm

工具回転数: 10,000rpm
被削材回転数: 200rpm

Y**軸方向送り**: 150μm/rev
切込み: 7μm





表面微細構造の機械加工

- マイクロ金型による微細構造加工
  - ぬれ性の制御
- ウォータジェットによるガラスの微細加工
  - フローサイトメトリー
- マイクロディンプルの高能率切削
  - 摩擦制御，光学機能表面