

- ピーニング処理を用いた
X線反射鏡の製作
- X線望遠鏡用反射鏡の
表面形状向上の研究

宇宙物理実験研究室

鈴木 真樹

大熊 隼人

ピーニング処理を用いた X線反射鏡の製作

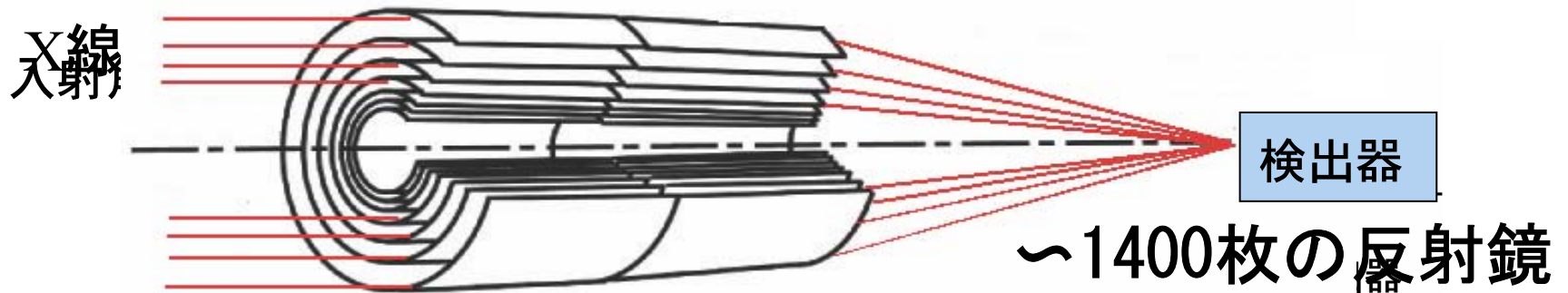
宇宙物理実験研究室

鈴木 真樹

X線望遠鏡

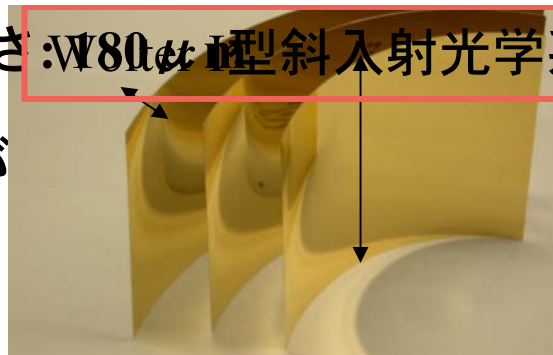
X線望遠鏡・・・天体からのX線を集光し結像する

多重薄板型・・・非常に**薄い**反射鏡を**多数**同心円状に並べたもの



厚さ:W80μm 型斜入射光学系

見込む面積が



入る光子が少ない

X線反射鏡

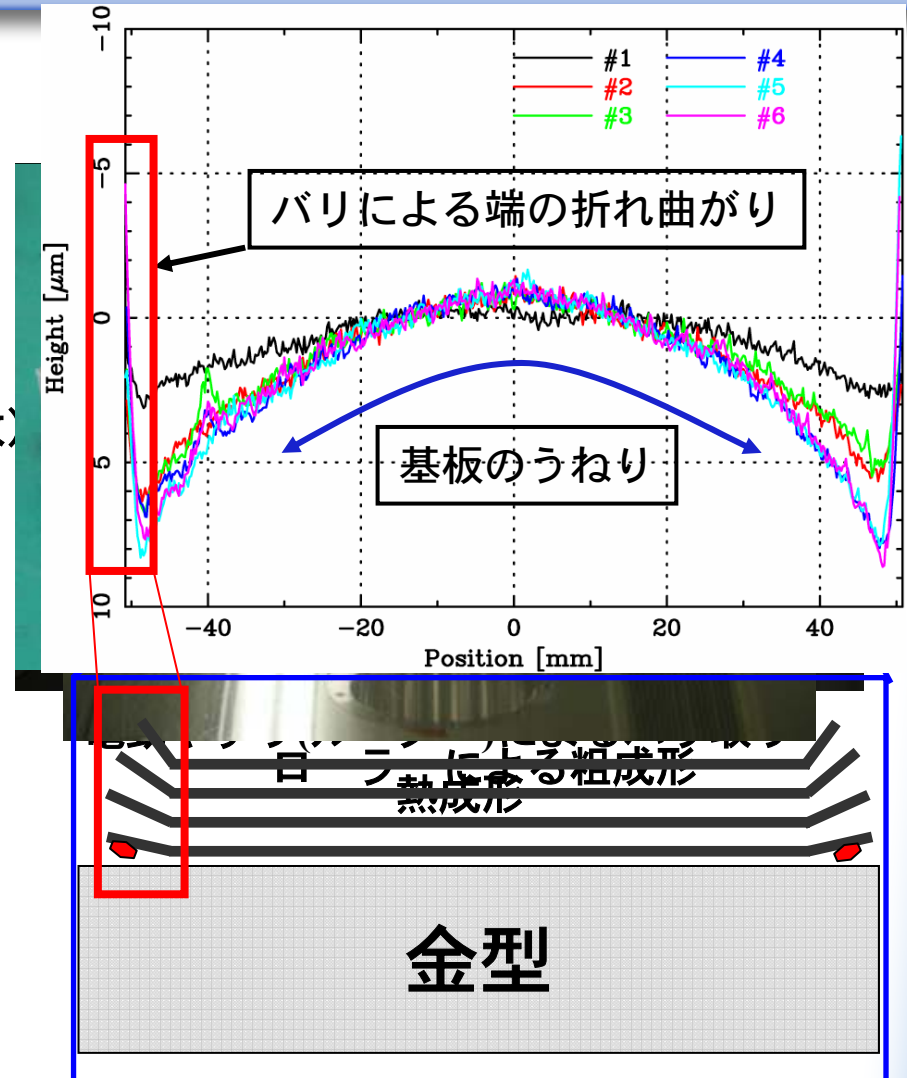
X線反射鏡の製作工程

反射鏡基板の製作

- 反射鏡基板の切り出し（発注）
- バリ取り（50秒/枚）
- ローラーによる粗成形（20秒/枚）
- 熱成形（200度、10時間）

反射鏡面の製作

平らな反射鏡基板を作る為には
バリ取りが必要である



バリ取りの問題点

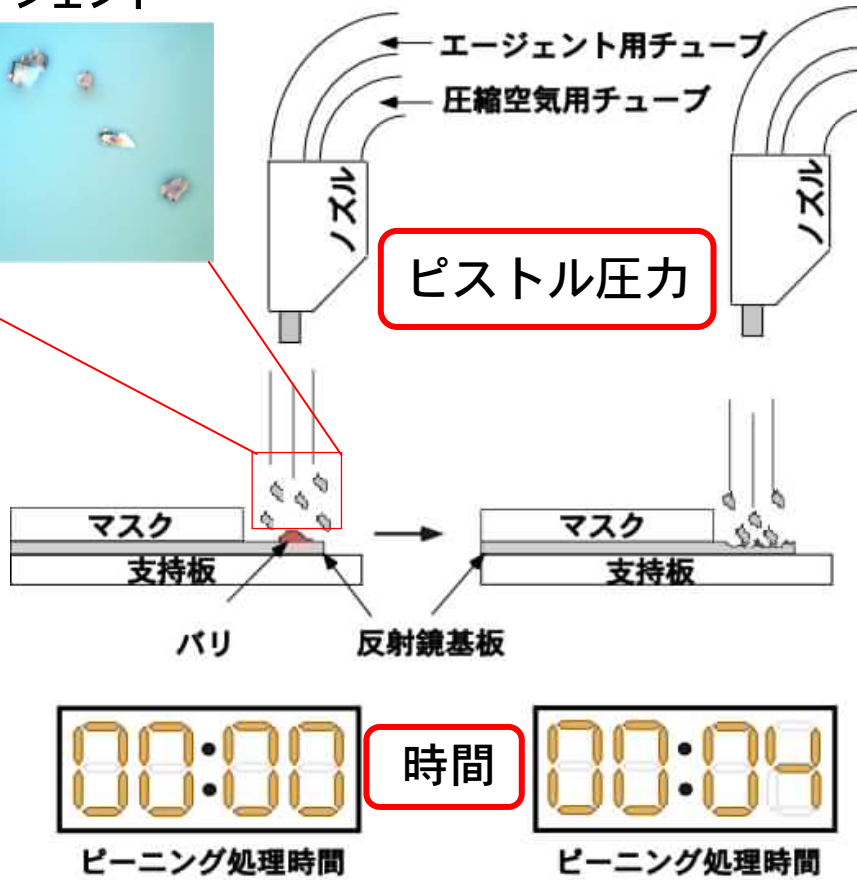
- **大量**の基板を処理するには手間がかかる
 $1400(\text{枚}) \times 4(\text{辺}) \times 2(\text{裏表}) = 11200\text{回}$
- バリを落とすパラメータの定量化が難しく、基板に**個人差**が生じる



ピーニング処理の導入

ピーニング処理とは

エージェント



- 治具により**大量**の基板を一度に処理可能

- パラメータが設定でき**個人差**がない

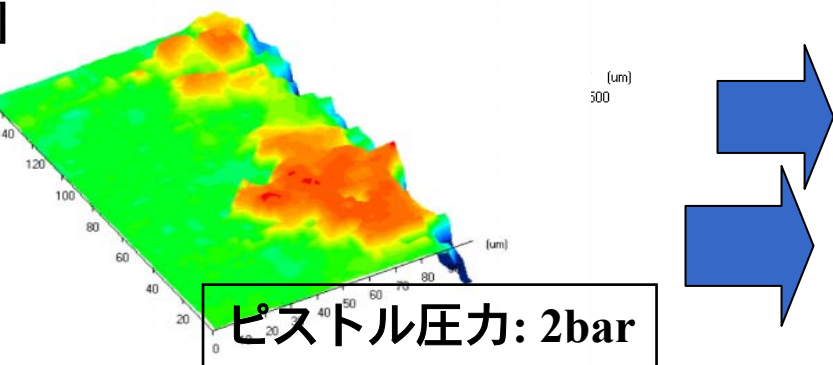
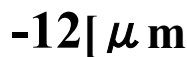
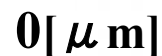
ピーニング装置

- 処理工程の**短縮**

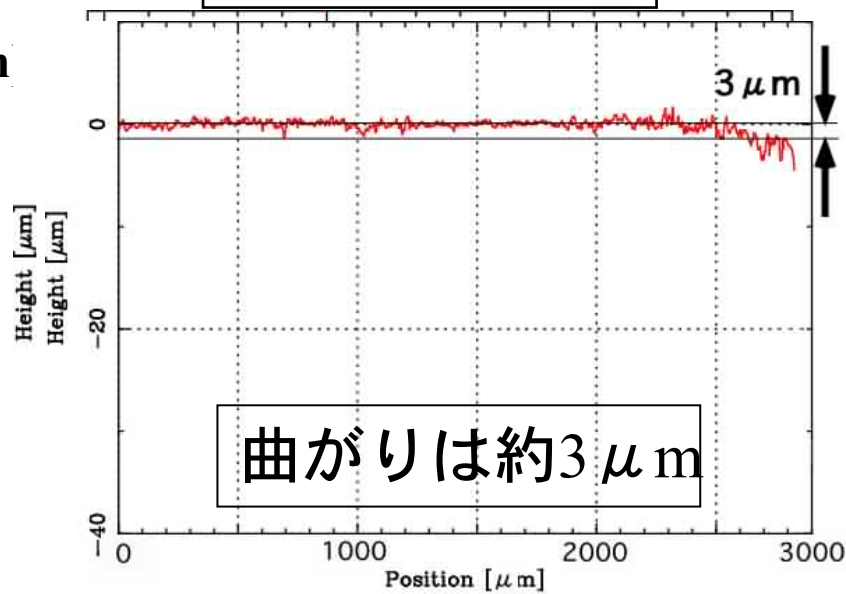
微細粒子を吹き付けてバリを除去

ピストル圧力と処理時間

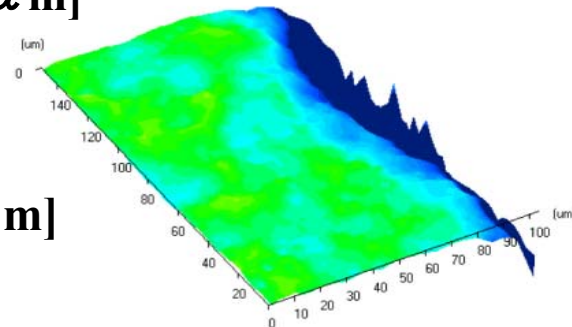
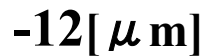
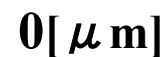
ピストル圧力測定方法 0bar



ピストル圧力: 2bar



曲がり は 約 $3\mu\text{m}$



さあ

レーザー光

低い土圧が落ちない
土圧: P_{bar}

高いは力
処理時間: 締める

るように表面形状を測定

熱成形と形状測定

7枚同時にピーニング処理

押さえ棒

反射鏡基板

母線

熱成形金型

真空引き

foil

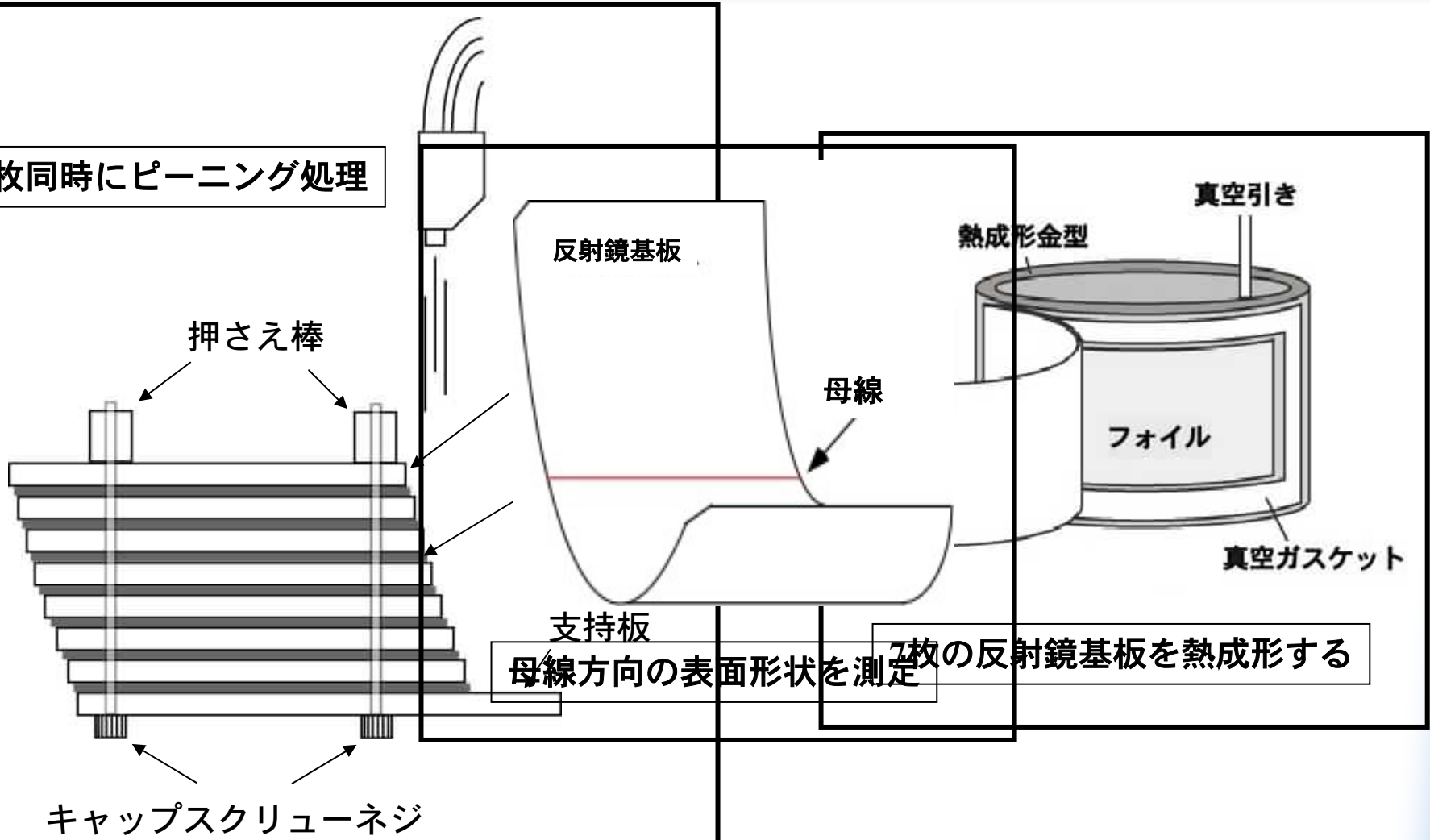
真空ガasket

支持板

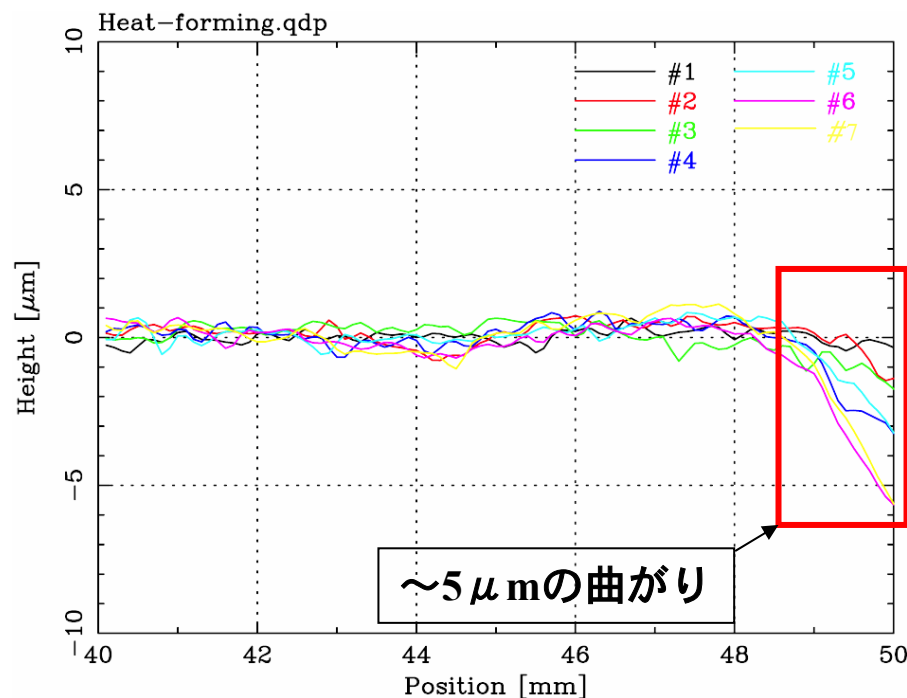
母線方向の表面形状を測定

7枚の反射鏡基板を熱成形する

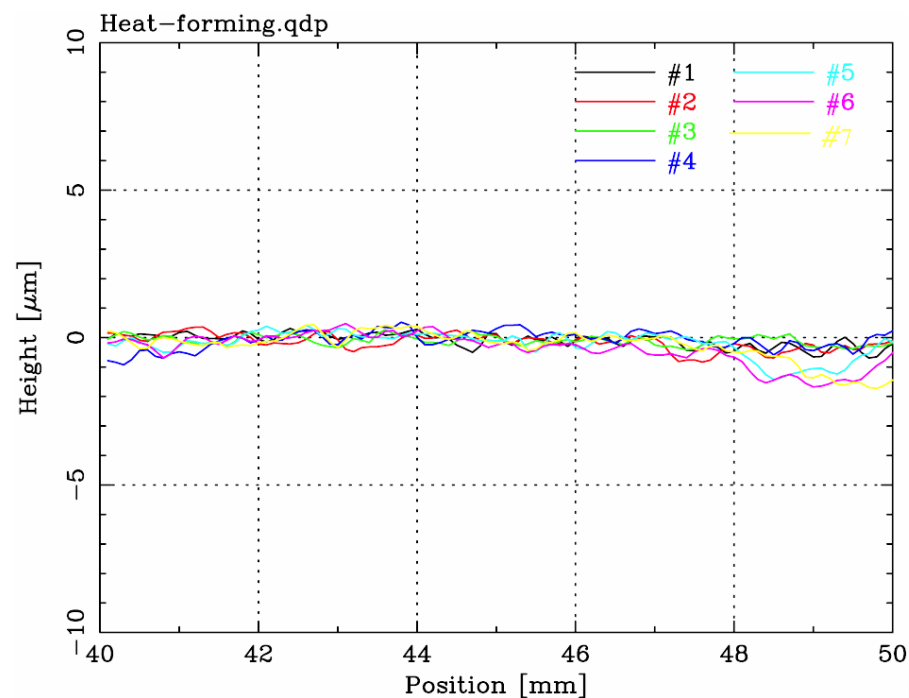
キャップスクリューネジ



結果



ピーニング処理



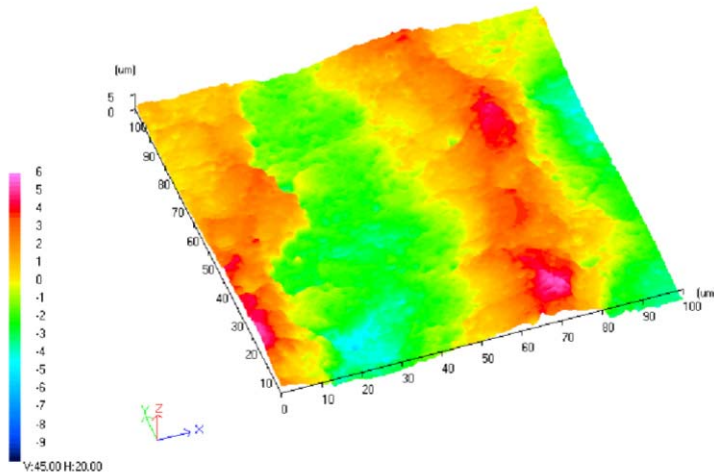
ルーター処理

- 端の部分の形状に注目すると

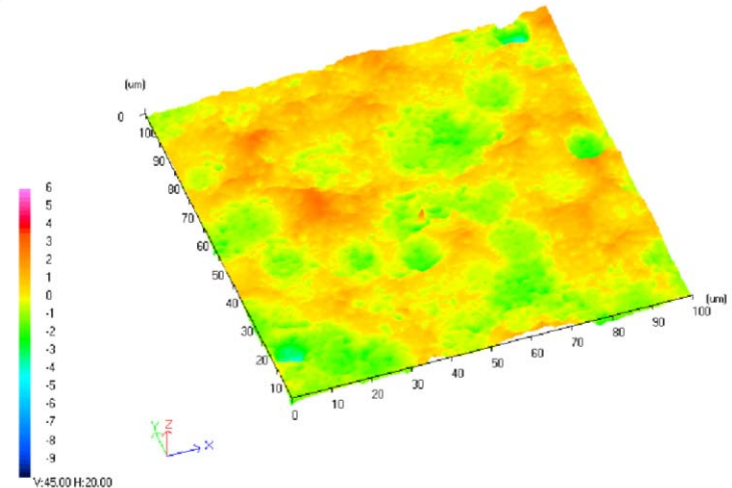
まとめと今後の展望

- ピーニング処理でバリを落とす為の、装置のパラメータの最適化を行なった(ピストル圧力:1bar, 処理時間:約8秒)
- 基板の中央付近におけるうねりを $3\sim 4\ \mu\text{m}$ 程度に抑えることができた
- 熱成形後の基板の端の曲がりを抑えることが今後の課題である

補足1: 噴射角度



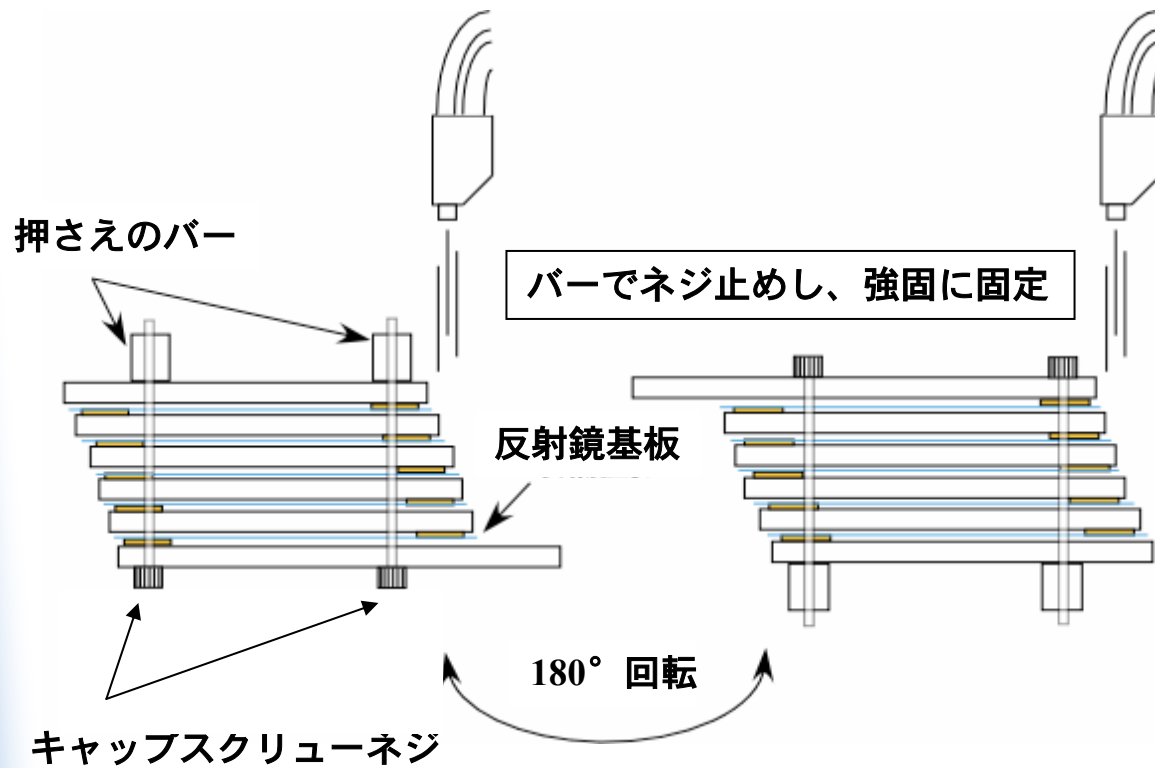
基板表面に対して浅い角度で処理した基板の表面形状



基板表面に対し垂直に処理した基板の表面形状

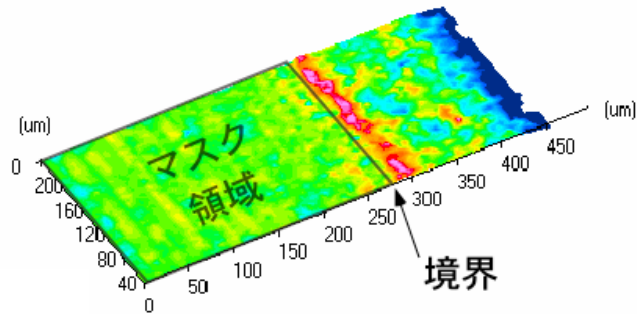
- 基板表面と噴射角度には関係がある
- ➡ 表面に周期構造のできない垂直方向からのピーニングをおこなう

補足2: 治具について

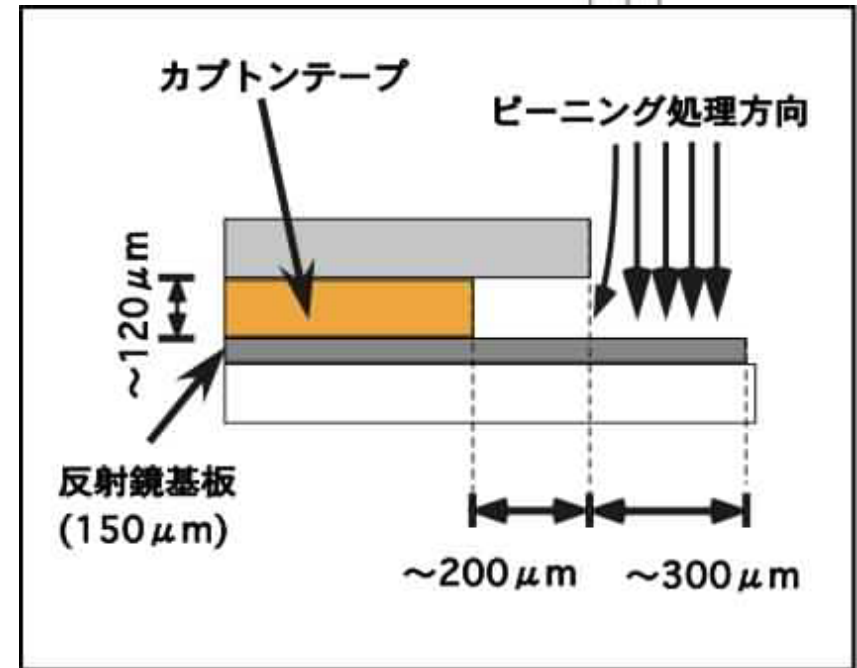
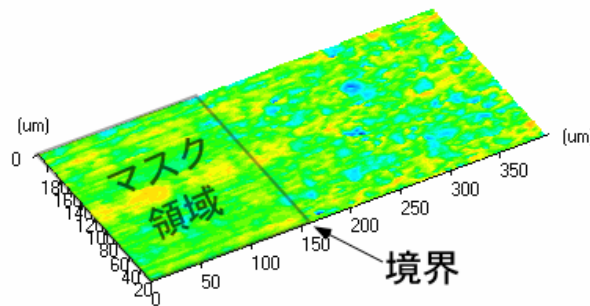


補足3: ピーニング処理時のマスク

3 [μm]
0 [μm]
-3 [μm]



3 [μm]
0 [μm]
-3 [μm]



境界に凸形状がある
基板とマスクの間に隙間を作る
境界の凸形状を除去