

# VCADシステム研究会 光学素子分科会様

## 工作機械カンパニー 沼津工場見学会

2024年8月2日  
芝浦機械株式会社  
工作機械カンパニー  
工作機械技術部  
53H-240708

Shibaura Machine

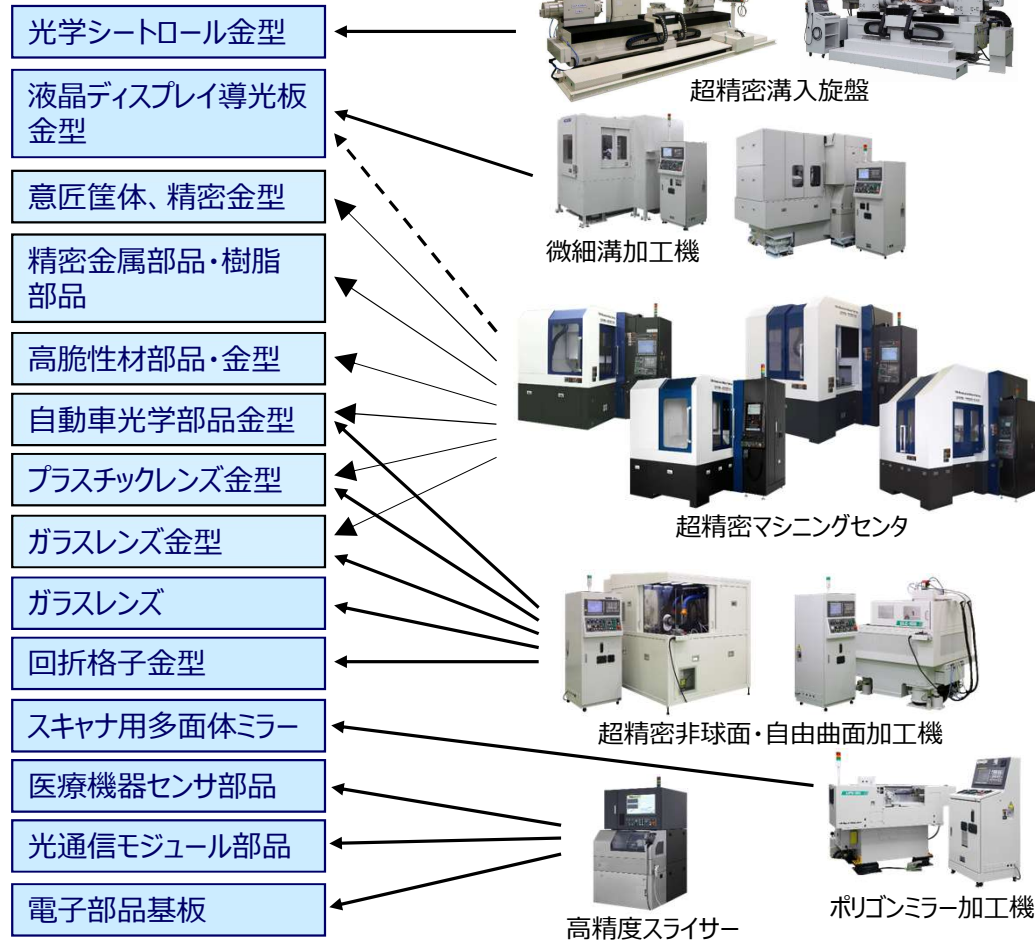
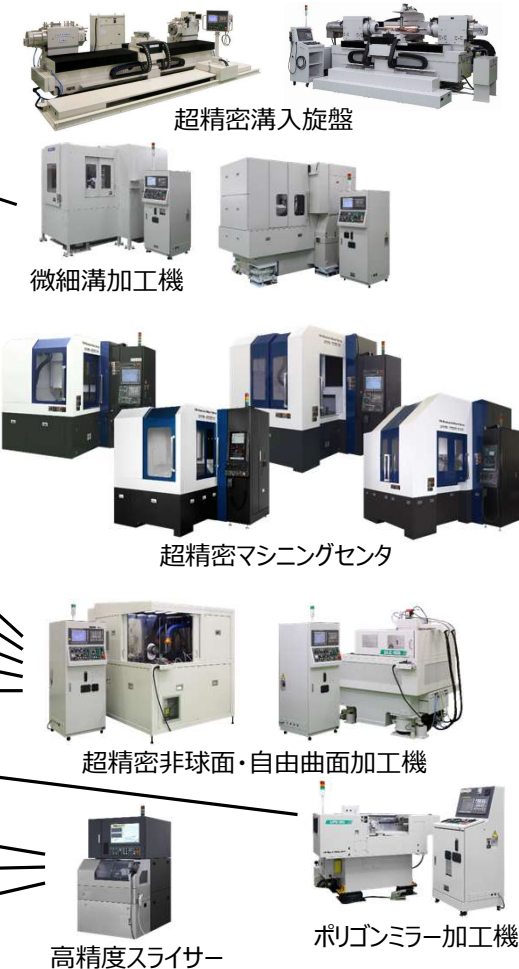
# 超精密加工機技術紹介

JIMTOF2024展示機紹介

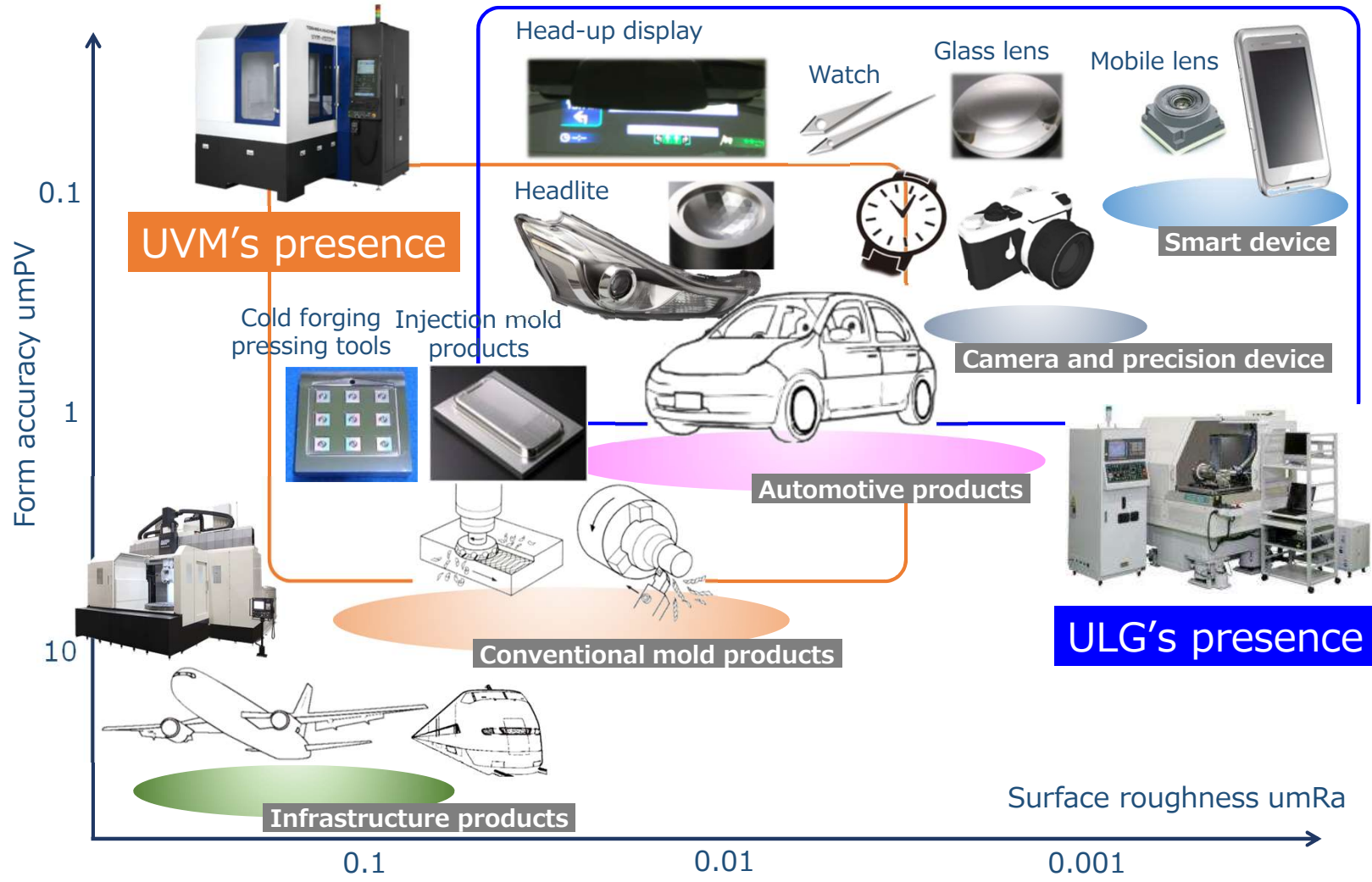
# 超精密加工機



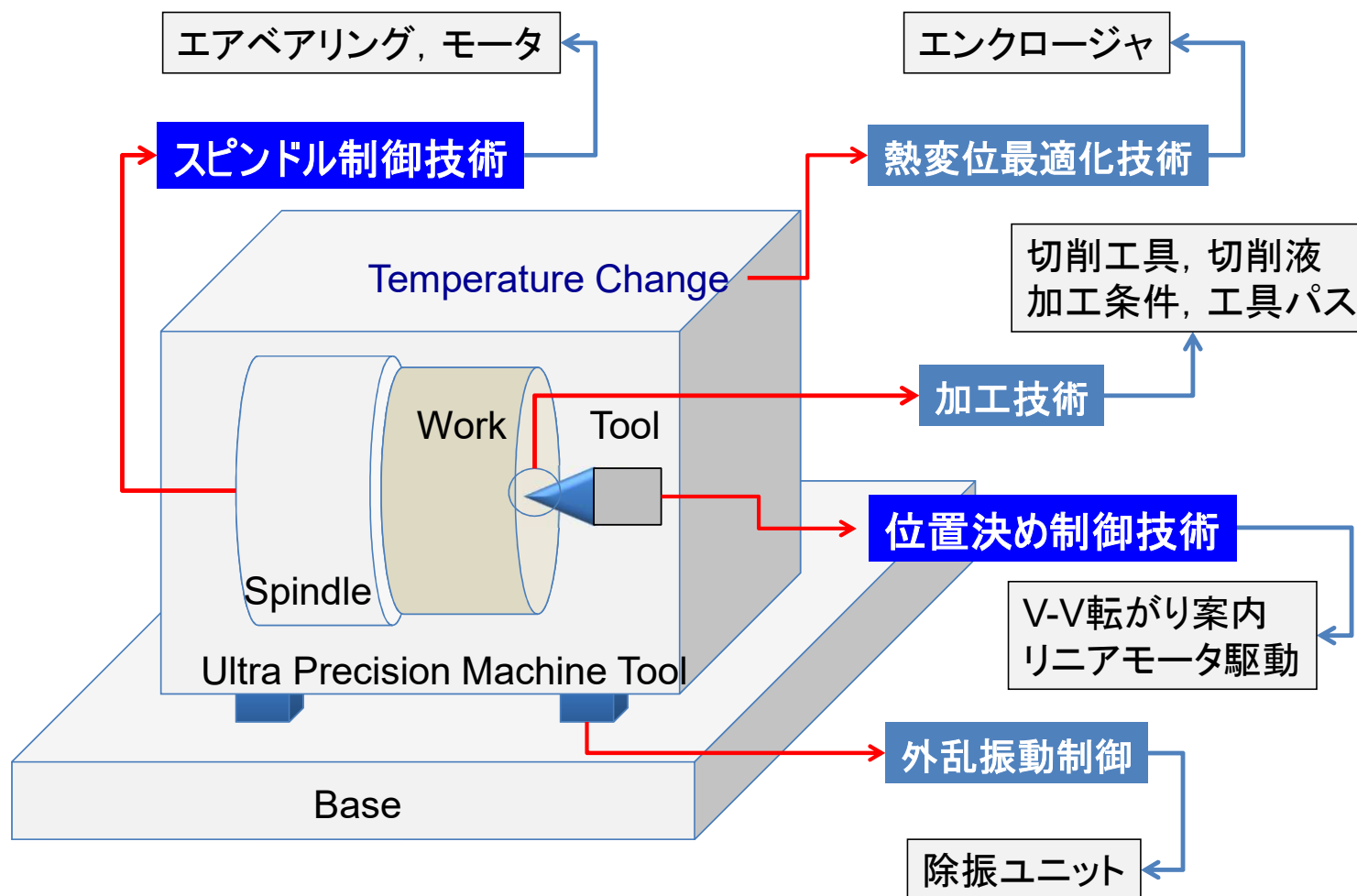
- 光学シートロール金型
- 液晶ディスプレイ導光板金型
- 意匠筐体、精密金型
- 精密金属部品・樹脂部品
- 高脆性材部品・金型
- 自動車光学部品金型
- プラスチックレンズ金型
- ガラスレンズ金型
- ガラスレンズ
- 回折格子金型
- スキャナ用多面体ミラー
- 医療機器センサ部品
- 光通信モジュール部品
- 電子部品基板



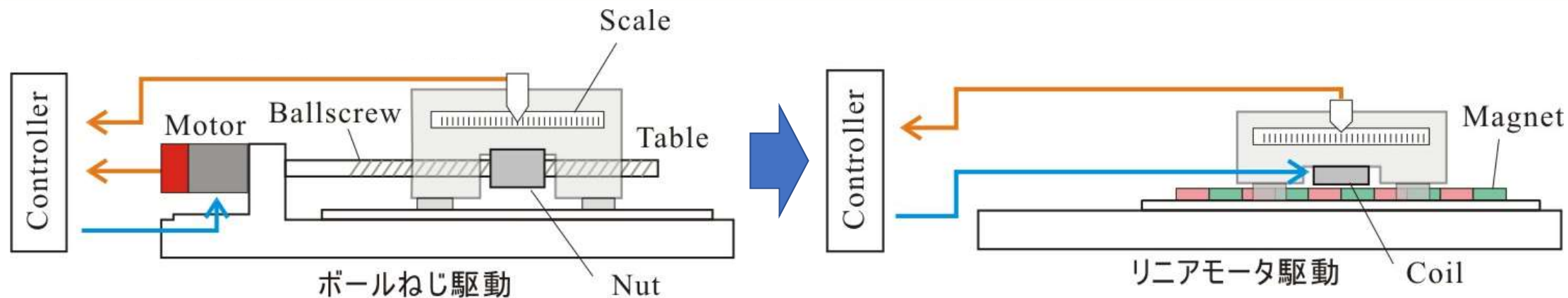
# 超精密加工が達成できる加工精度



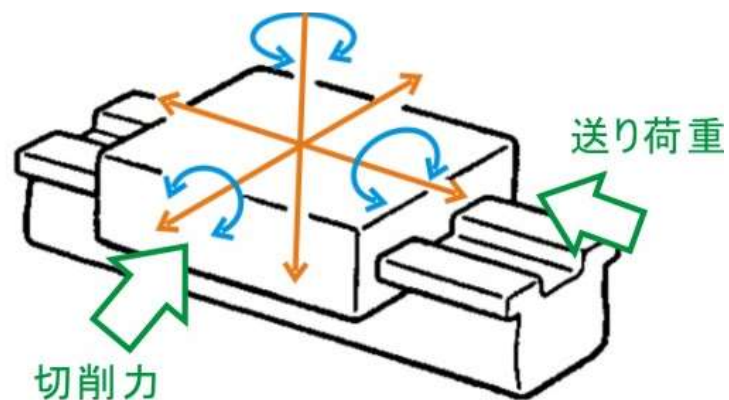
## 超精密加工機の要素技術



## 要素技術 駆動系



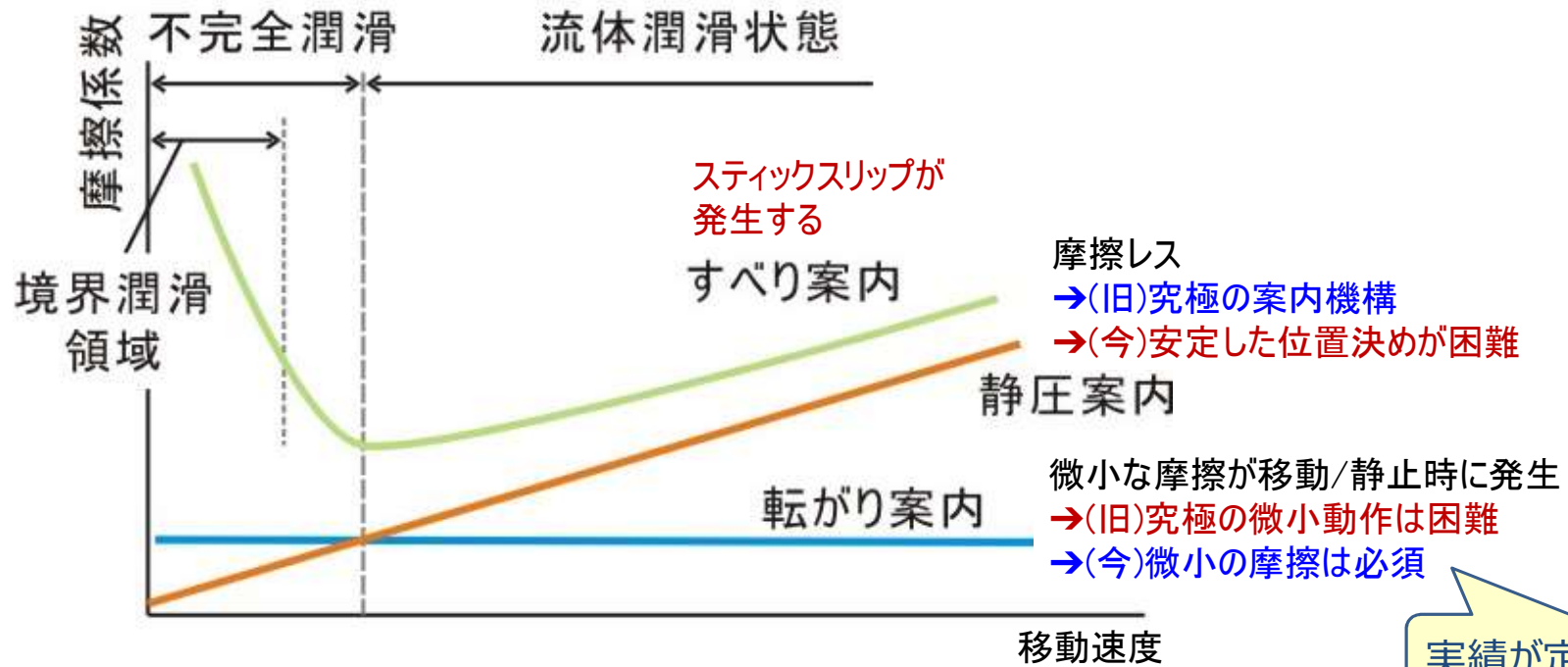
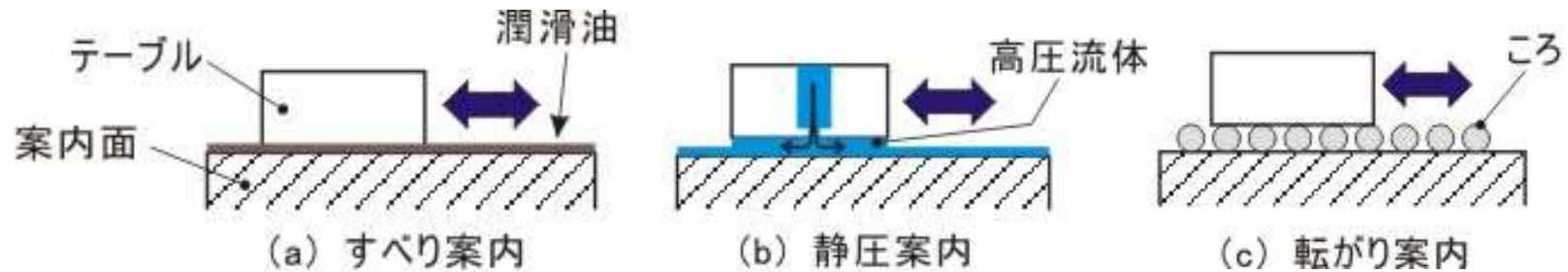
- 制御が容易
- 実績が多い
- バックラッシが生じる
- 制御性能に限界有



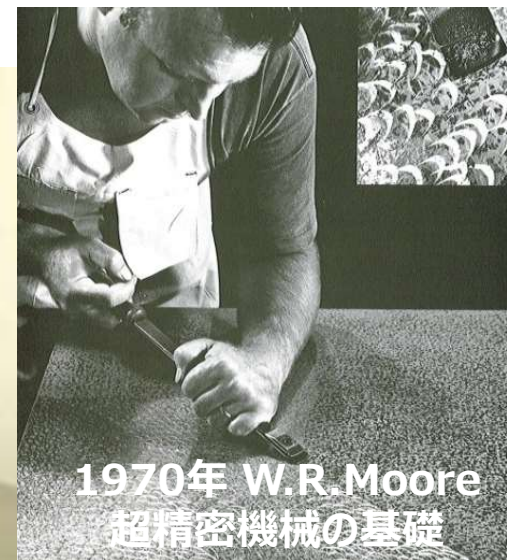
切削力, 外乱荷重が制御系に入り込み  
システムが不安定になりやすい

- 制御の難度が高い
- 実績が少ない
- バックラッシがない
- 制御性能が高い

## 要素技術 案内



## 要素技術 案内



1970年 W.R. Moore  
超精密機械の基礎

時代を超えて究極を進化させる

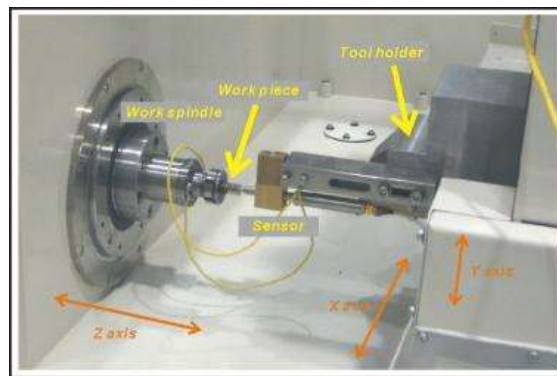
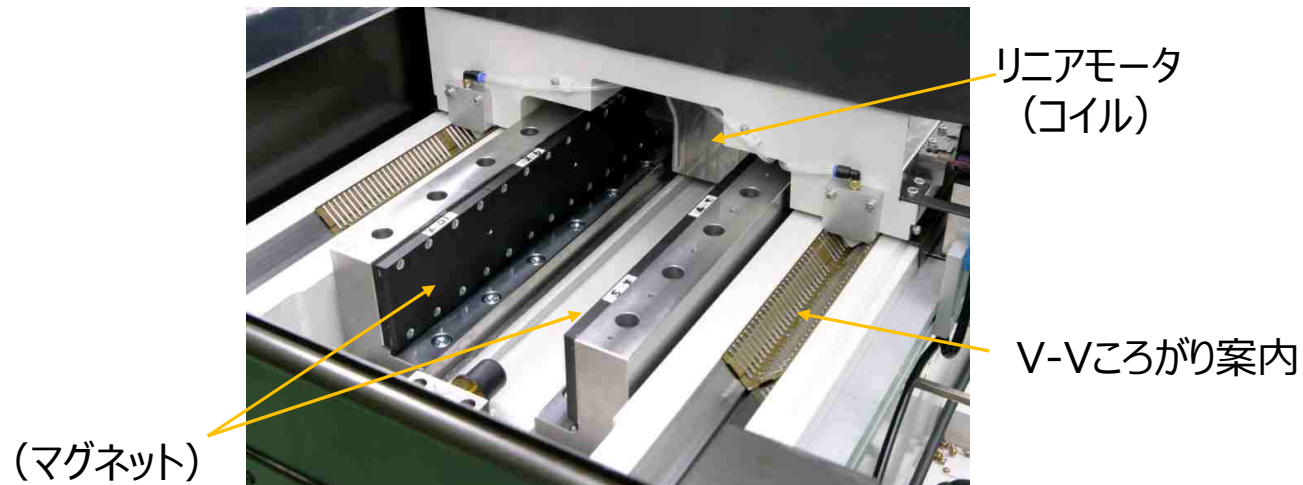


V-V滑り案内

古典的な金属加工法の1つ。  
一枚刃の工具を使用して、押すまたは引っ掻くことで  
金属表面をわずかに削り取る手作業の仕上げ技術。



# 要素技術 案内 → 最新技術と熟練技能との融合



Setup for measuring nano-meter displacement



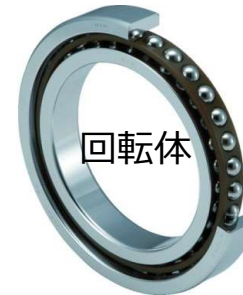
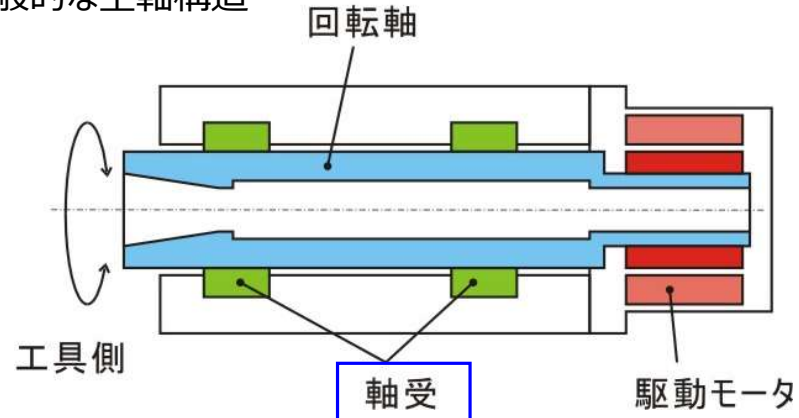
加工点におけるサブナノの動作

Step response for 0.5nm at the actual cutting position

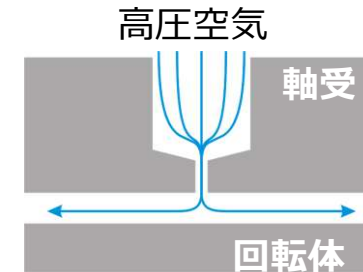
加工点における微小動作検証

## 要素技術 主軸

一般的な主軸構造



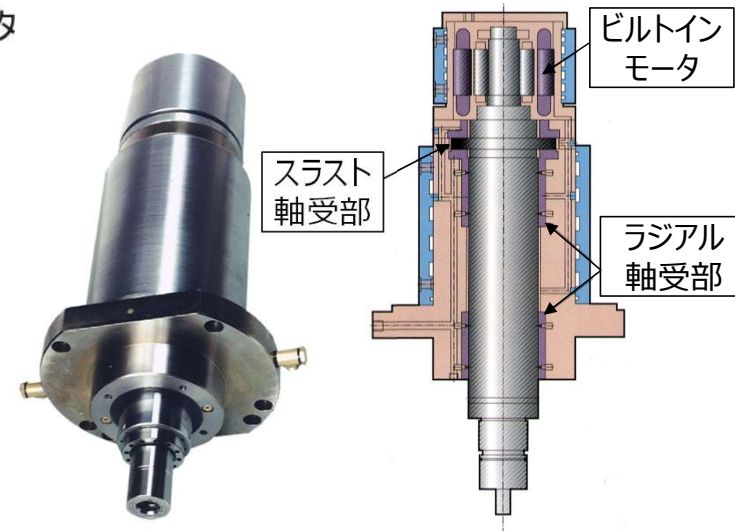
一般的な軸受



空気静圧軸受

### 空気静圧軸受の特徴

- 固体接触がないので摩擦係数が小さい
- スティックスリップがない
- 発生熱が少ない
- 回転精度が高い
- 極低速運動、超高速回転ができる
- 半永久的寿命
- 環境を汚さない



空気静圧軸受スピンドル

# 要素技術 主軸 → 自社開発，自社生産



リング用



重量物回転用



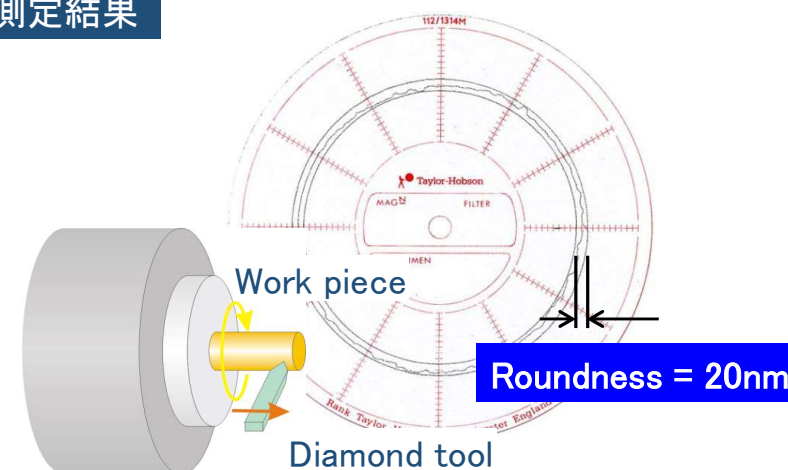
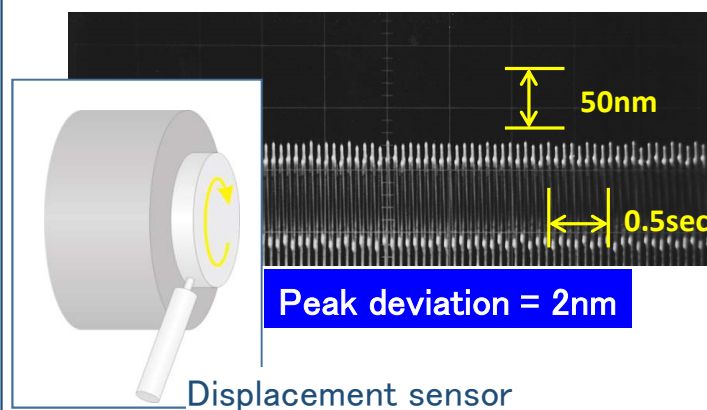
高精度工具回転用



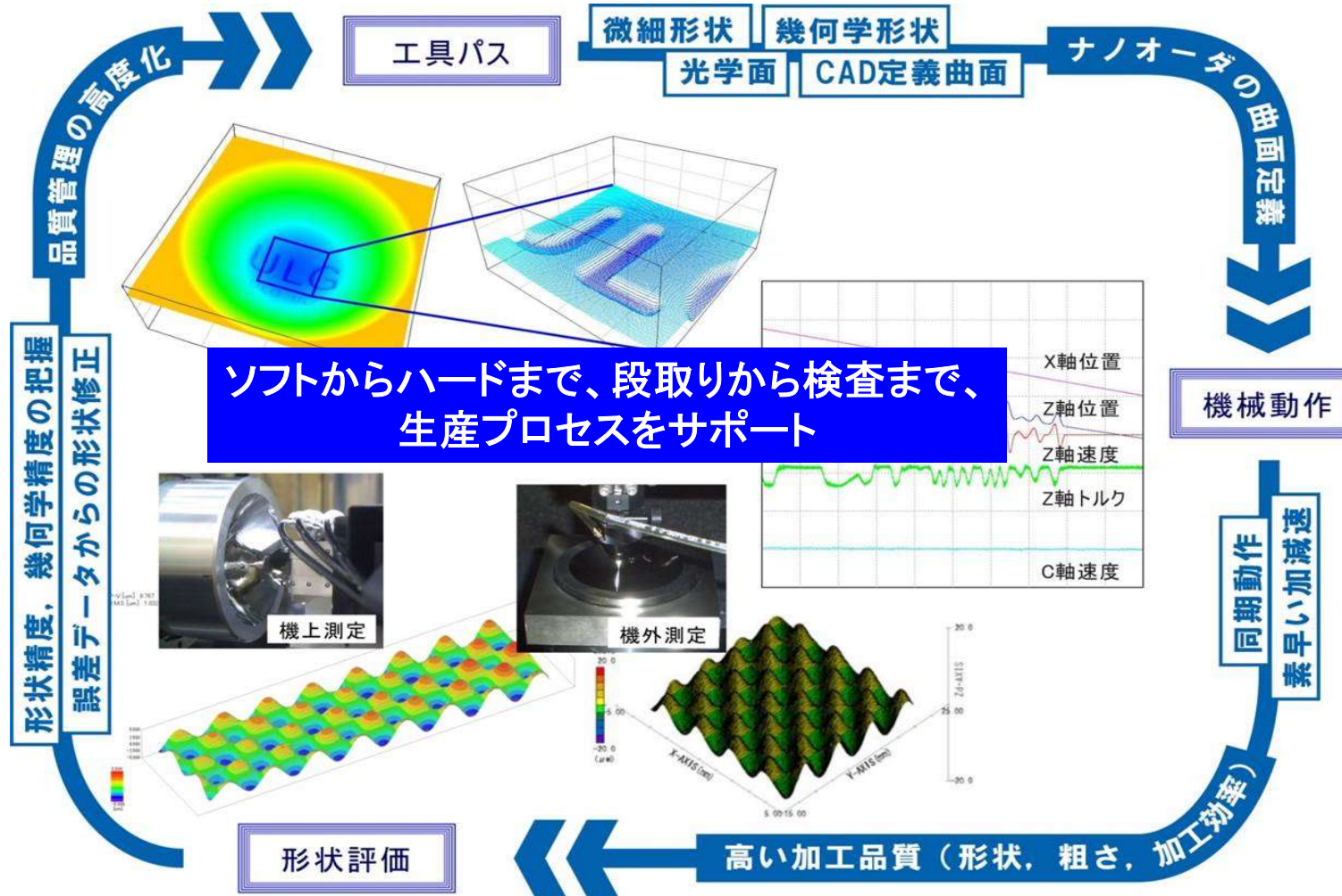
高精度ワーク回転用

## 空気静圧主軸のラインナップ

### 高精度ワーク回転用空気静圧主軸の回転精度測定結果



# 要素技術 プロセス提案

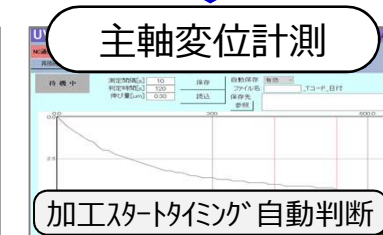
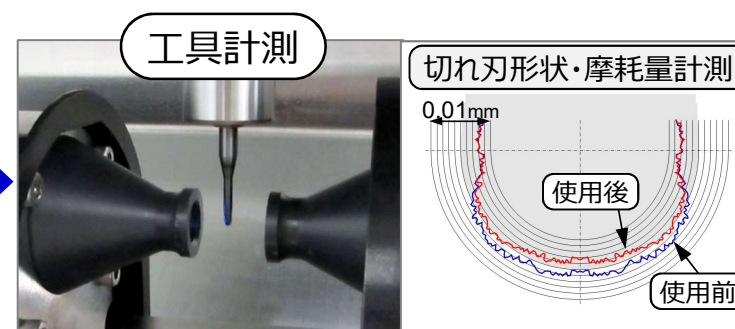


# オペレータ総合支援ソフトウェア UVM-TSA

部品・金型製作の再現性確保, 高精度化, 自動化支援機能

自動化, 知能化 (技能の技術化)

総合支援ソフトウェア "UVM-TSA"  
(TSA: Total Support Application software)



## 加工支援機能：工具計測

### 撮像式工具形状測定器 “FormEye®”

短時間で高精度な測定が可能な撮像式の工具形状測定器  
高速回転時の工具の長さ, 直径, 切れ刃輪郭形状を高精度に自動測定

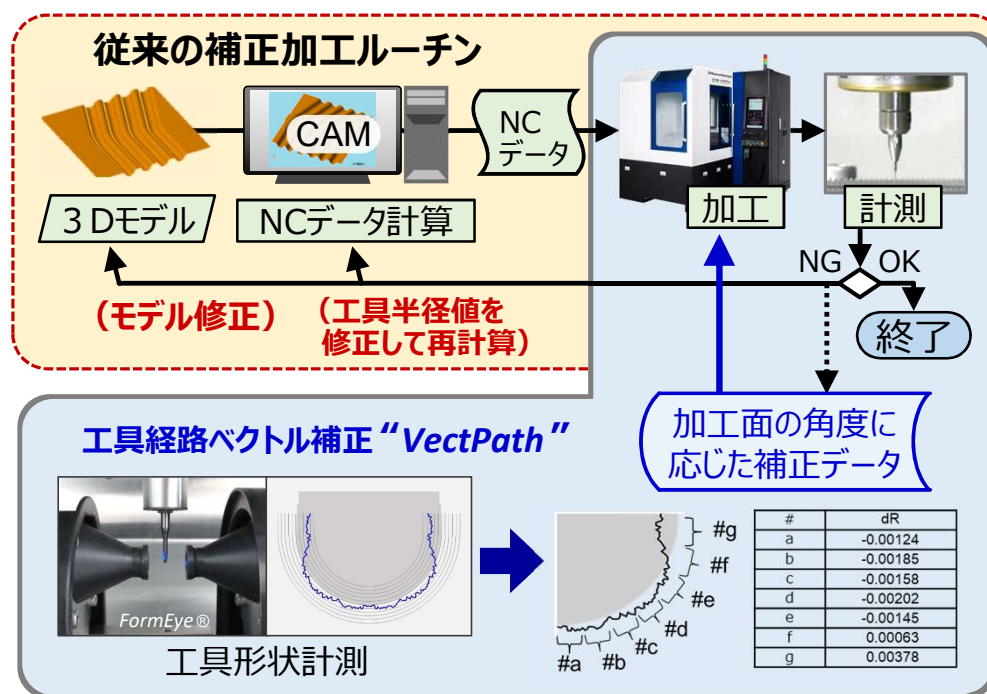


工具切れ刃形状計測の高速かつ高精度化を実現  
より高度な工具寿命管理や, 切れ刃輪郭誤差補正の強力なツール

## 加工支援機能：誤差補正

## 工具経路ベクトル補正 “VectPath”

CAD/CAMへ後戻りしない画期的な誤差補正技術  
(誤差補正のためのモデル修正やNCデータ再作成不要)

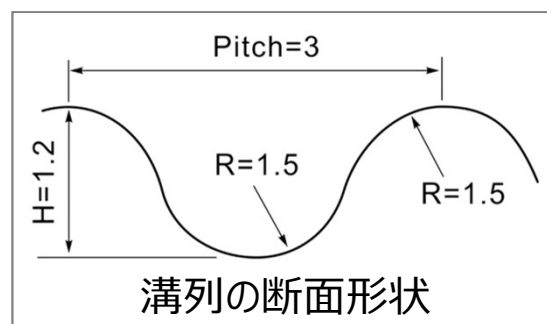
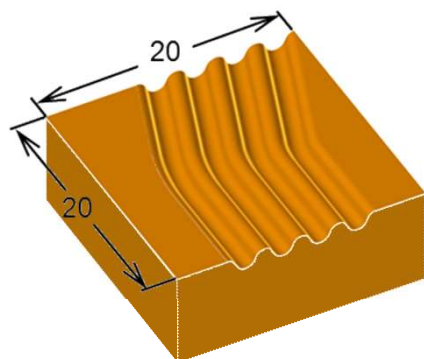


工具形状計測結果を基に  
NCデータの座標数値を  
加工機コントローラ側で  
補正しながら加工します。

- ・工程,工数を増加させずに加工を高精度化できます。
- ・工具使用本数を削減できます。
- ・前工程での削り残しによる加工不良も回避できます。

## 加工支援機能：誤差補正

## 湾曲溝列形状の高精度化事例

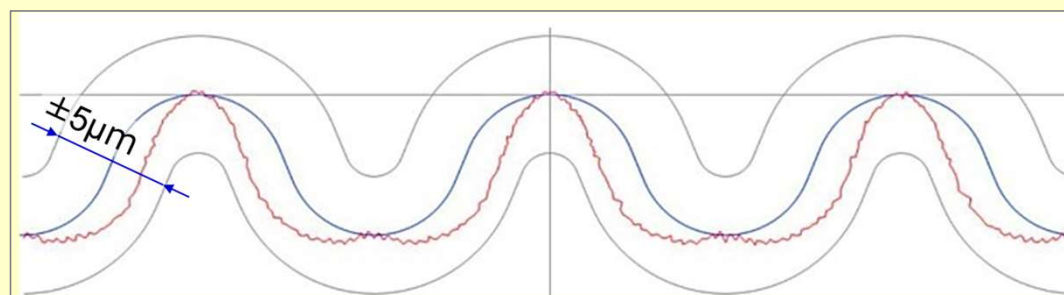


加工機：UVM-450C(H)

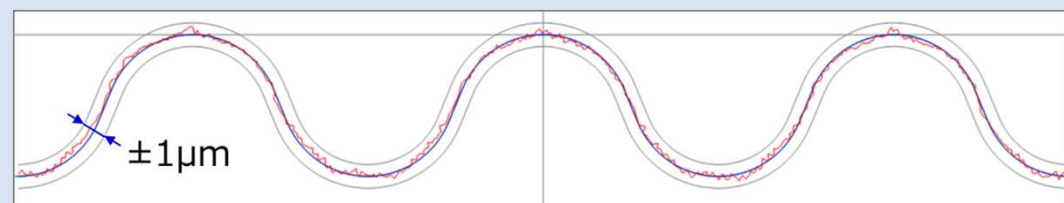
材質：STAVAX 52HRC

工具：R0.5 cBN ボールエンドミル

## ベクトル補正なしで加工した結果

形状誤差：-3.2~+0.2  $\mu\text{m}$  ( 3.4  $\mu\text{m}$  P-V )

## ベクトル補正を使用した結果

形状誤差：-0.6~+0.7  $\mu\text{m}$  ( 1.3  $\mu\text{m}$  P-V )

(測定機：Form Talysurf PGI850A)



超精密加工機技術紹介

JIMTOF2024展示機紹介

## 出展商品のご案内

### ■ 横中ぐりフライス盤 BTH-150. R35

大型サイズのワークに対応可能な最大スケールの横中ぐりフライス盤！

- 定評のある弊社横中ぐりフライス盤のラインナップへ業界最大サイズを新規投入
- $\Phi 150\text{mm}$ の中ぐり主軸で、剛性を保った主軸繰り出し加工を実現
- エネルギー業界を主眼に各種業界の長大重厚ワークへ新規提案

NEW  
Model



### ■ 超精密マシニングセンタ UVM-450D(5AH)

先進アプリケーションと高度な機械性能が、金型加工の概念をくつがえす！

- 2軸ロータリーテーブルと空気静圧HSK主軸により超硬直彫り5軸加工を実現
- 撮像式工具形状測定器、工具経路ベクトル補正、撮像式ワーク測定システムなど画期的な補正システムにより自律判断加工と圧倒的な高精度加工を実現

NEW  
Model

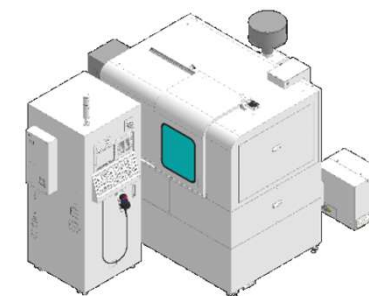


### ■ 超精密非球面加工機 ULG-100G(S)

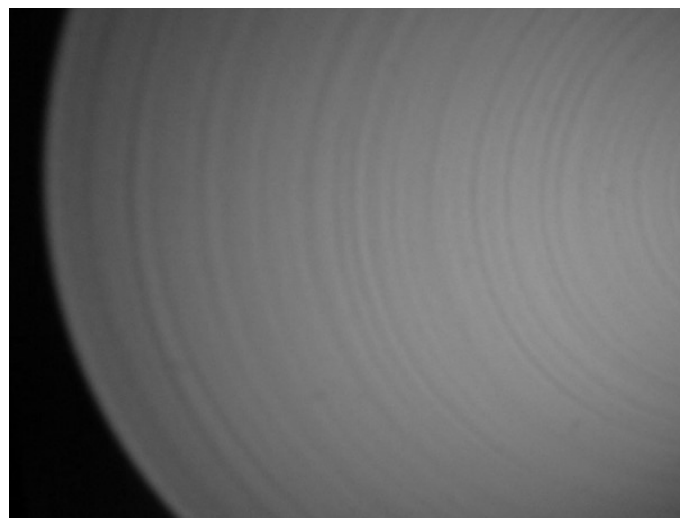
新たな領域を求め、ラインナップに油静圧案内モデルを追加！

- 油静圧案内特有の滑らかな微小うねりにより究極の面性状を実現
- より高速域で低振動のワークスピンドルにより生産性もUP
- 定評のあるV-V転がり案内と併せ、加工対象に応じた最適な案内面を提案可能

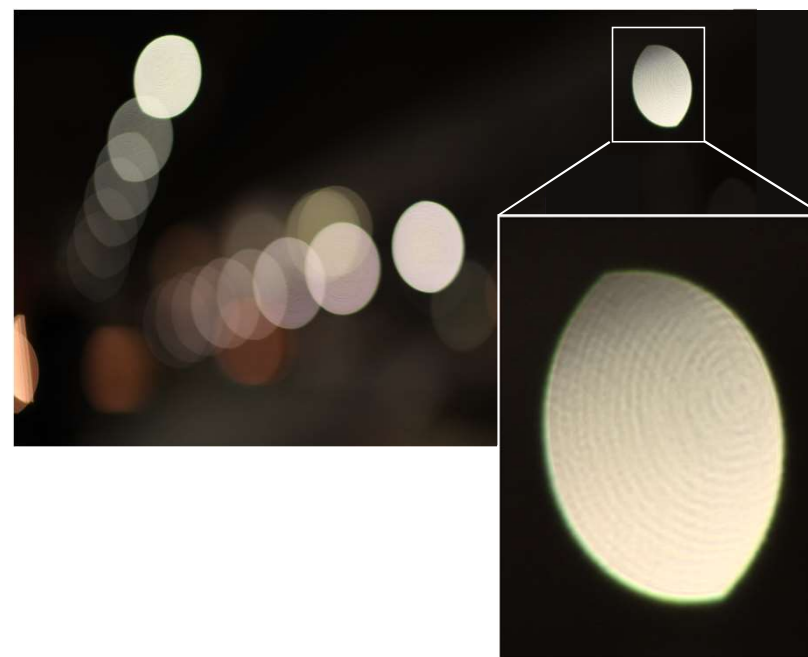
NEW  
Model



## ウネリ低減への要求



金型表面のウネリ



撮像画像（光学特性）への影響事例

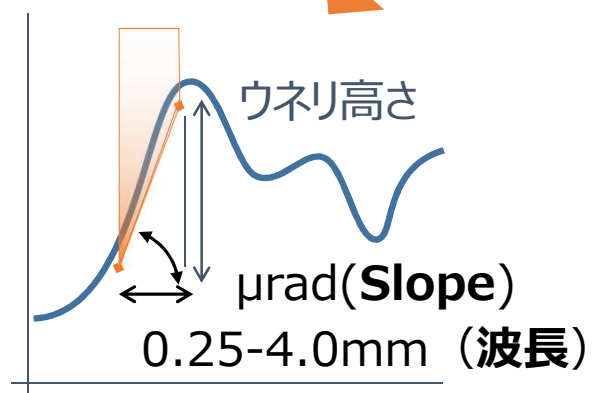
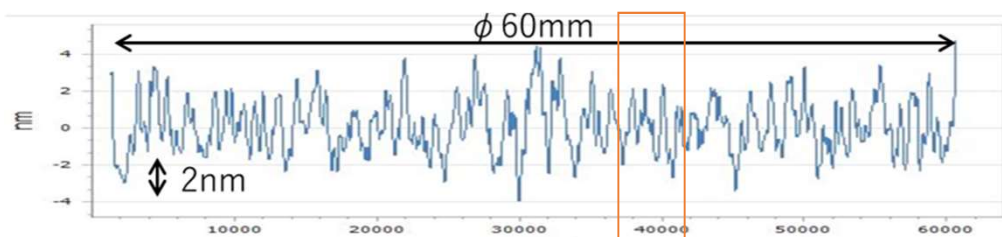
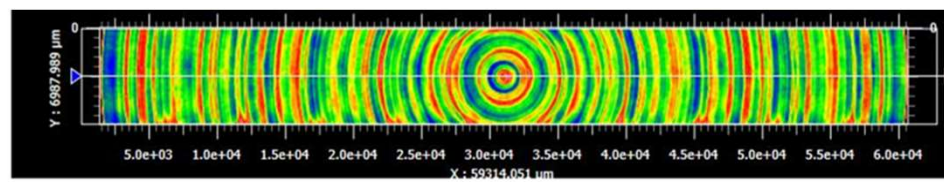
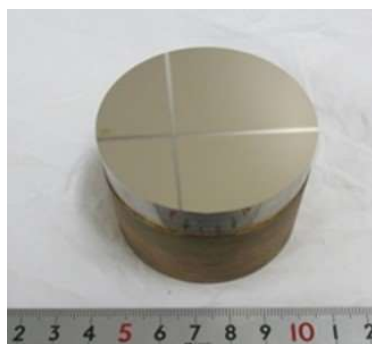
加工品質

形状精度

ウネリ

粗さ

## 検証方法

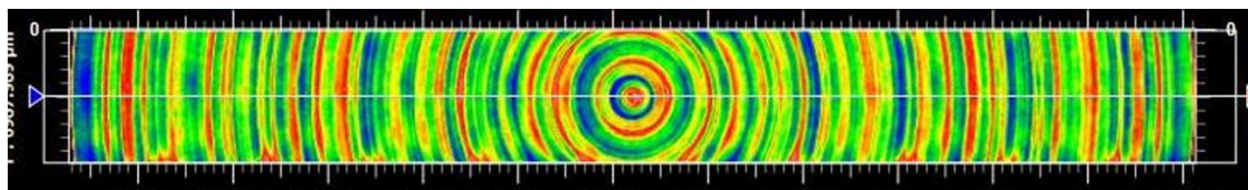


## 各案内方式による加工精度の比較



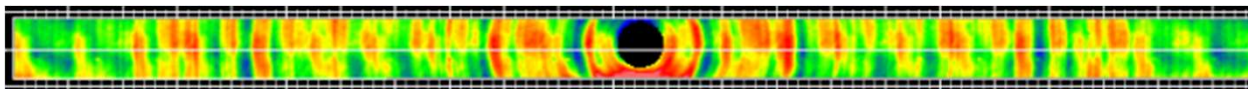
■加工条件  
 サイズ φ60mm  
 形状 凹球面  
 被削材 無電解Ni-Pめっき

転がり案内



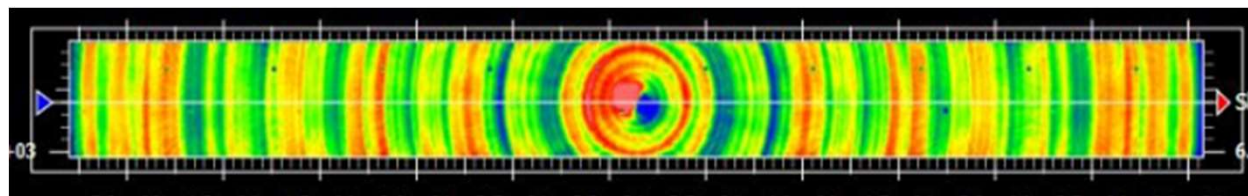
8.5 $\mu$ rad

真直度サーボ補正



4.8 $\mu$ rad

油静圧案内



4.4 $\mu$ rad

## 3つの案内方式の特徴

### 転がり案内

- ✓ 機械安定性
- ✓ 加工再現性



- 超精密量産金型
- 複合形状(Y軸)
- 研削加工

### 真直度サーボ補正

- ✓ V-V転がりの利点継承
- ✓ 滑らかさを制御で改善



- 大型光学部品
- 研削加工

### 油静圧案内

- ✓ 滑らかさ
- ✓ 加工再現性向上



- 小～中型光学部品

定評のあるV-V転がり案内と併せ、加工対象に応じた最適な仕様を提案

ご静聴有難う御座いました