

2014/07/19 第33回 望遠鏡技術検討会 @京都

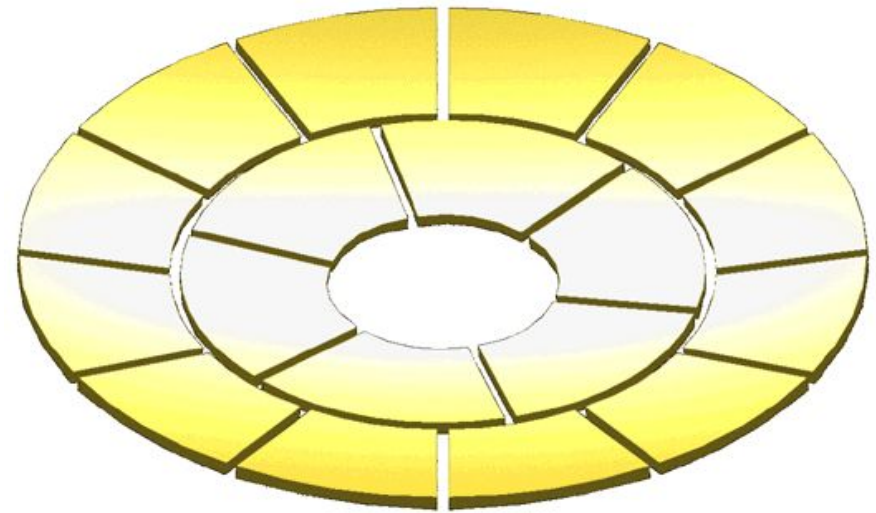
# セグメント主鏡制御装置の 開発状況

京都大学 木野 勝



## 主鏡全体

口径 : 3.78 m  
曲率半径 : 10 m  
表面形状 : 双曲面  
分割数 : 内周6 + 外周12

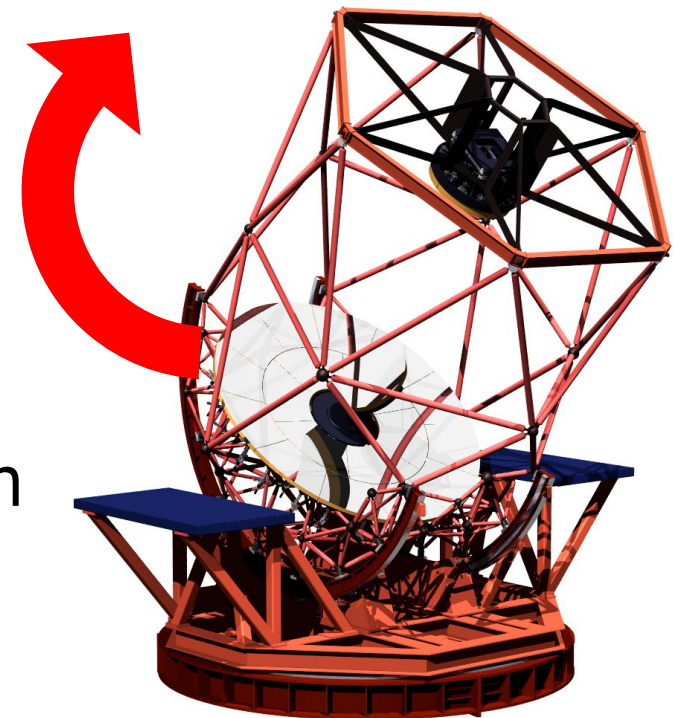


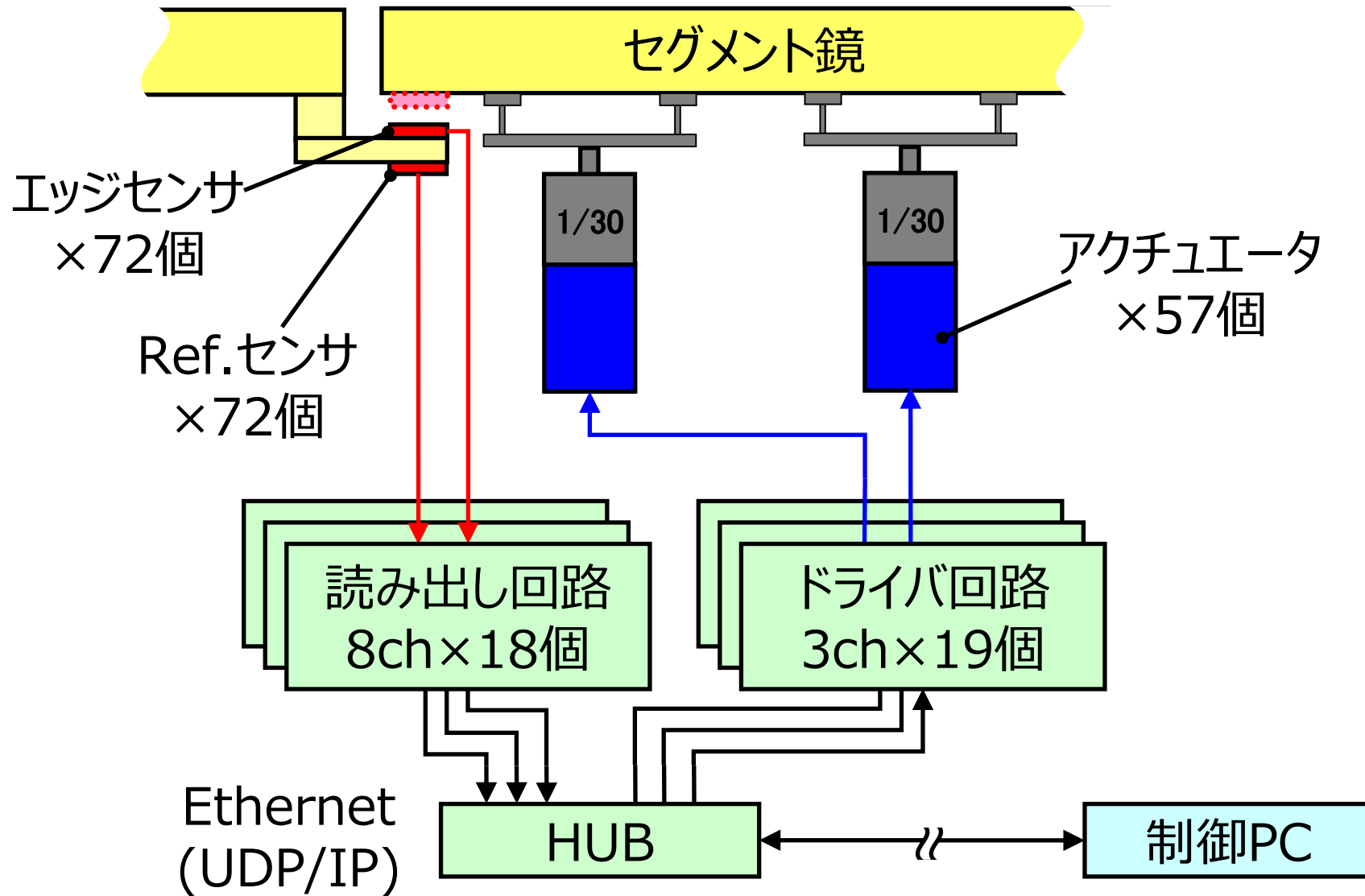
## セグメント鏡

大きさ : 対角~1.2 m  
重さ : 約70 kg  
設置精度 : rms  $\leq$  30 nm

## 外乱

架台の重力変形・熱変形 :  $\sim 100 \mu\text{m}$   
風圧 : 300 nm @ 1 Hz  
8 nm @ 10 Hz





## 非干渉化行列

- ・導出 (2、6枚、18枚)
- ・誤差伝播の評価 (2、6枚、18枚)

## アクチュエータの伝達関数

- ・特性の測定

## 支持構造の伝達関数

- ・機械設計  
(内周リング・内周・外周)
- ・特性 (静的・動的) の測定

## センサモデル

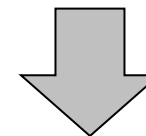
- ・特性の測定 (河端)

## 制御システムモデル構築

- ・制御ソフトの作成

## 制御・通信システムの入手

- ・制御用計算機
- ・アクチュエータドライバ
- ・センサ読出し回路



## 実機 (or 単純化モデル) で動作検証

## 非干渉化行列

- ・導出 (2、6枚、18枚)
- ・誤差伝播の評価 (2、6枚、18枚)

## アクチュエータの伝達関数

- ・特性の測定

## 支持構造の伝達関数

- ・機械設計  
(内周リング・内周・外周)
- ・特性 (静的・動的) の測定

## センサモデル

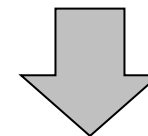
- ・特性の測定 (河端)

## 制御システムモデル構築

- ・制御ソフトの作成

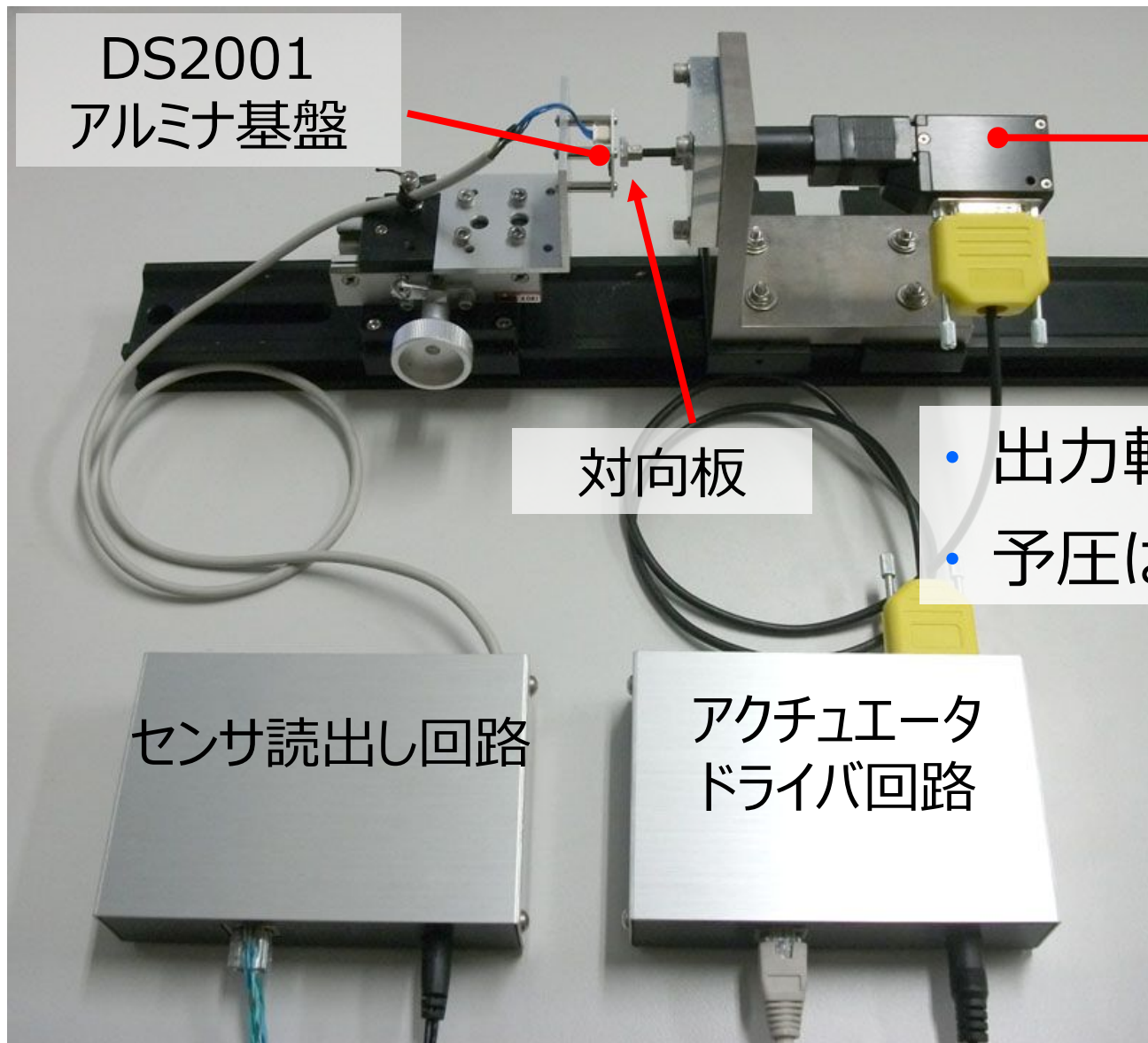
## 制御・通信システムの入手

- ・制御用計算機
- ・アクチュエータドライバ
- ・センサ読出し回路



## 実機 (or 単純化モデル) で動作検証

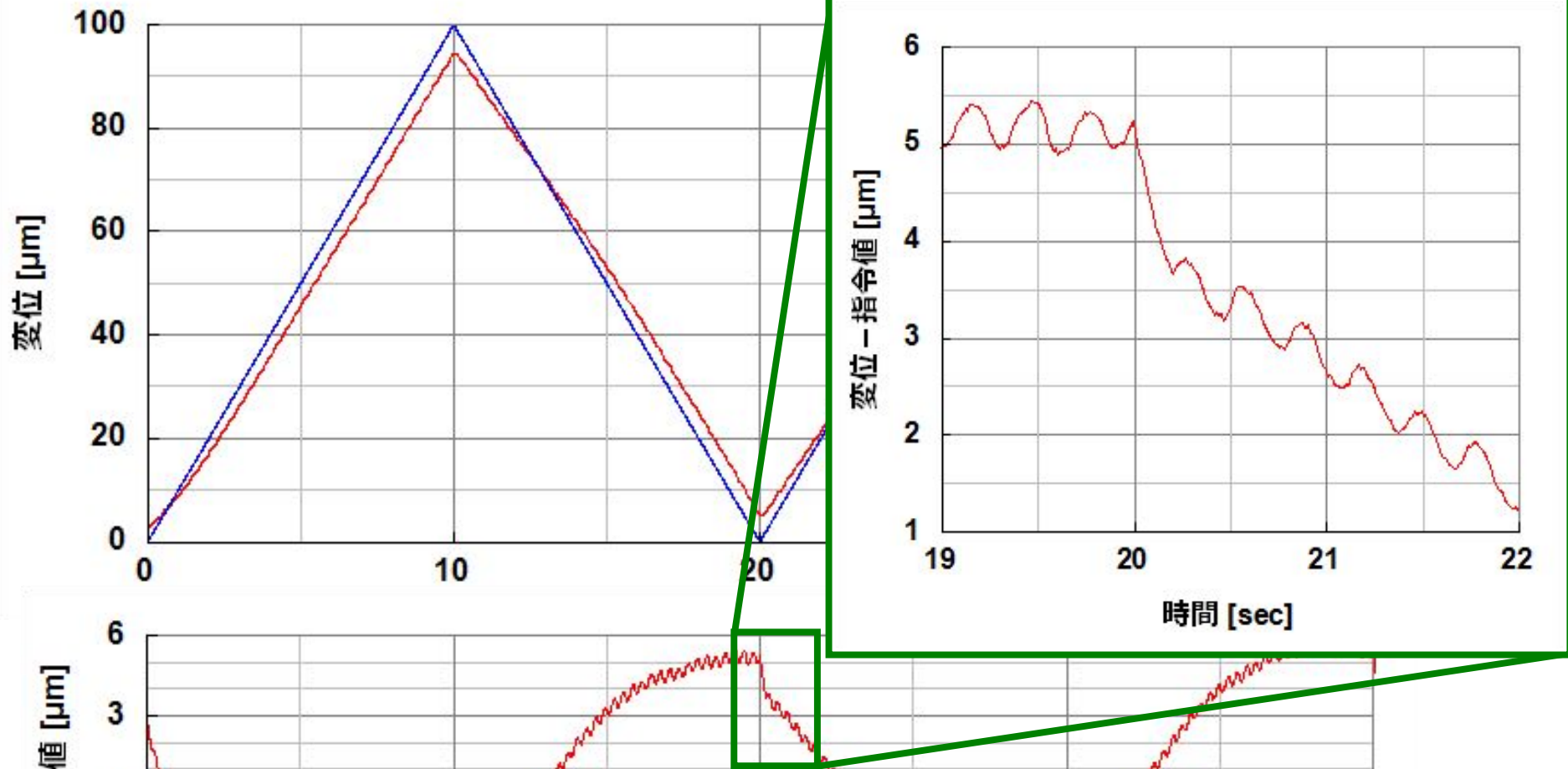




- 出力軸に対向板を直結
- 予圧は無し or ばね負荷

精度  $\leq 1\mu\text{m}$

帯域  $\geq 10\text{ Hz}$



| 周期誤差  $\sim 0.5\mu\text{m}$

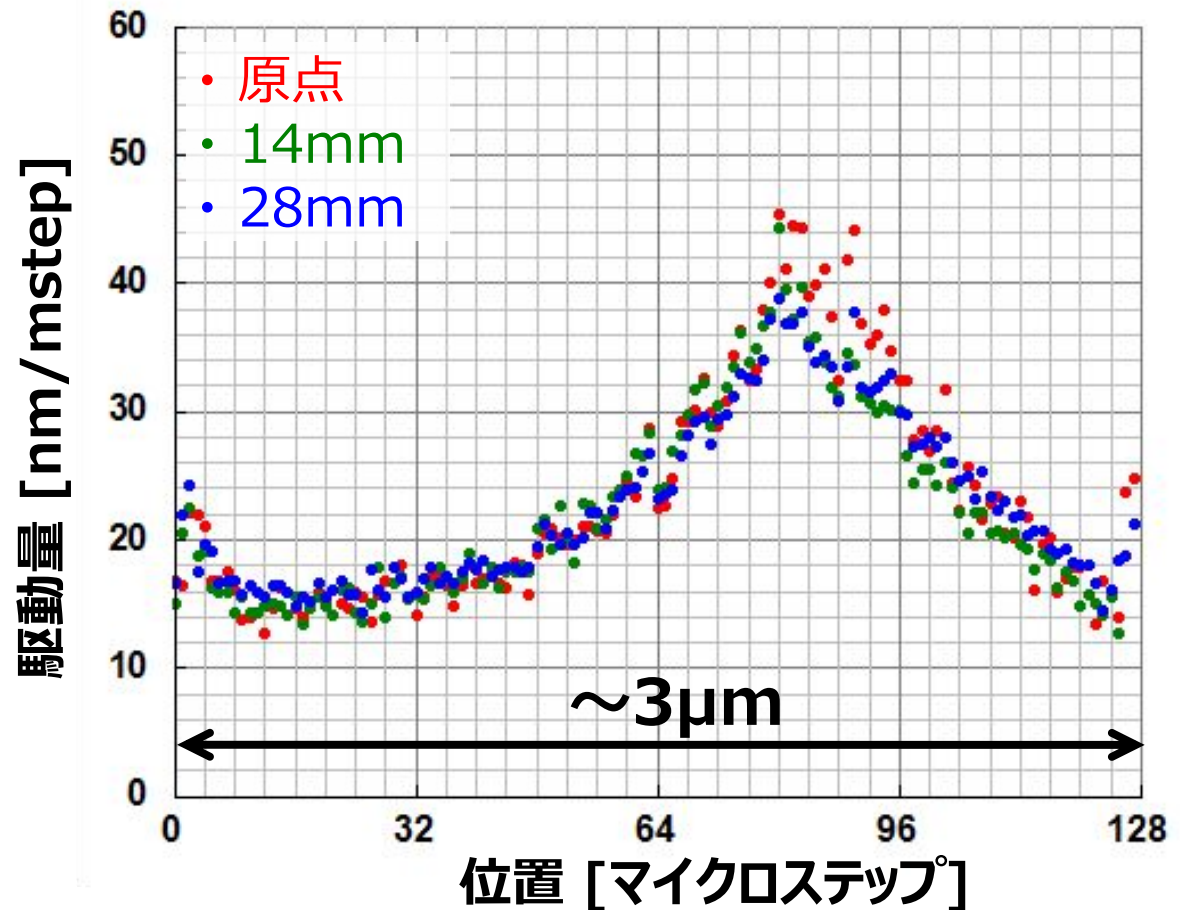
| バックラッシュ  $\sim 1.5\mu\text{m}$

※  $\sim 100\mu\text{m}$ スケールの非直線性はフィードバックで抑制

## I 1マイクロステップあたりの駆動量を測定

- 128マイクロステップ = 1フルステップ  $\approx 3\mu\text{m}$
- 30フルステップ分を平均

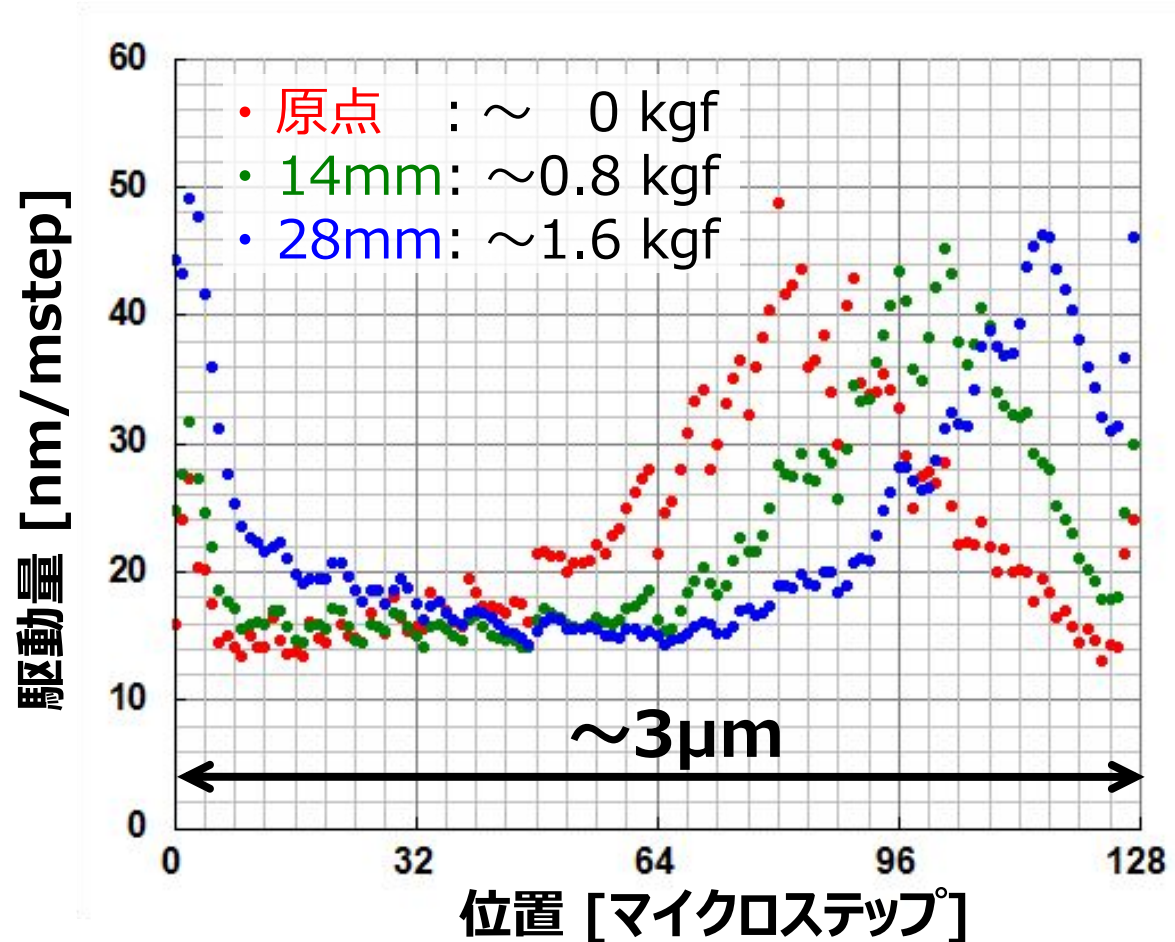
- 最大 $\sim 3$ 倍の変動
- 位置による差異は少
- アクチュエータごとの  
個体差あり





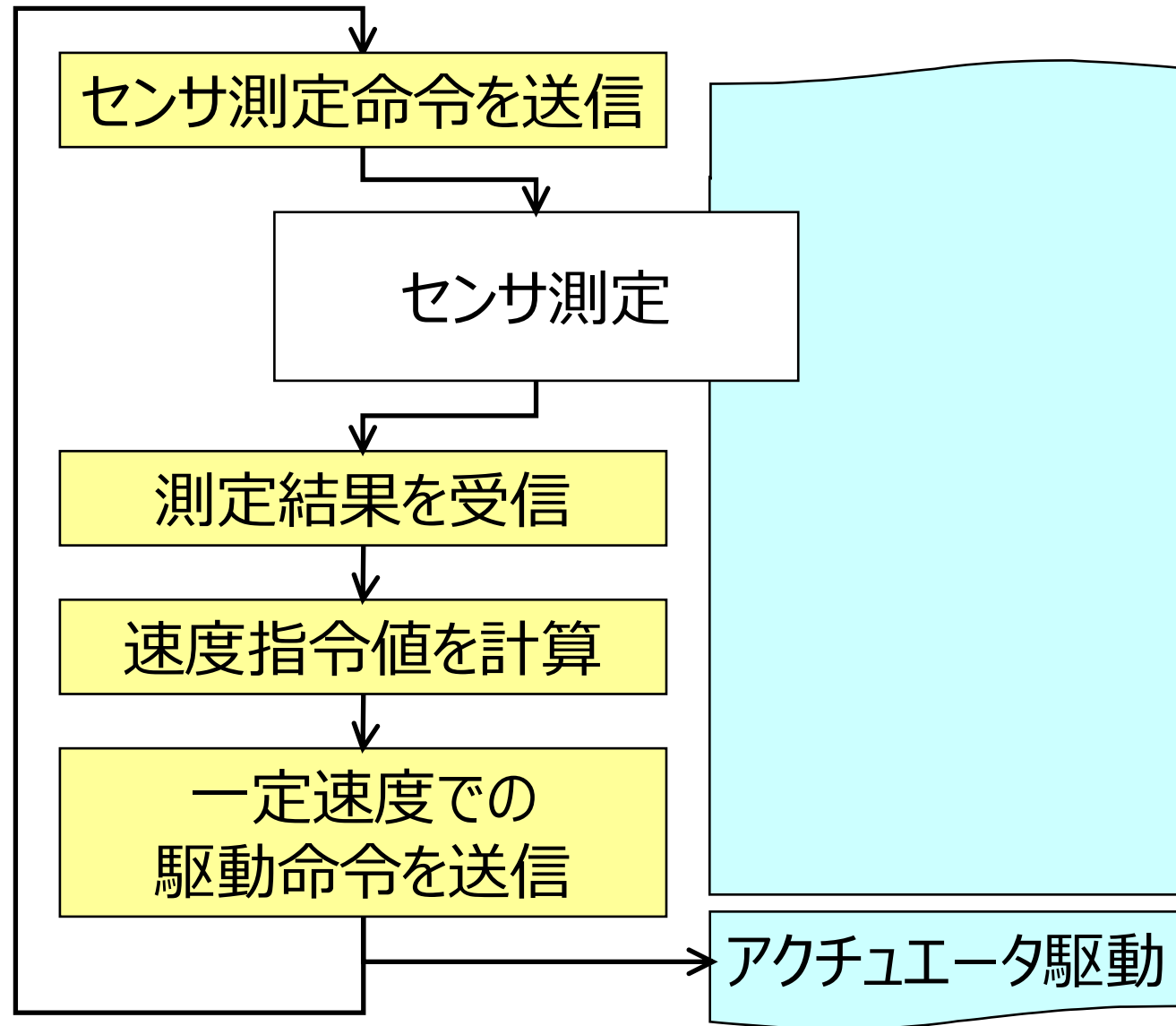
## I 出力軸にバネ負荷をかけて測定

- 負荷によりピーク位置が変化
- 駆動方向による差異は少ない

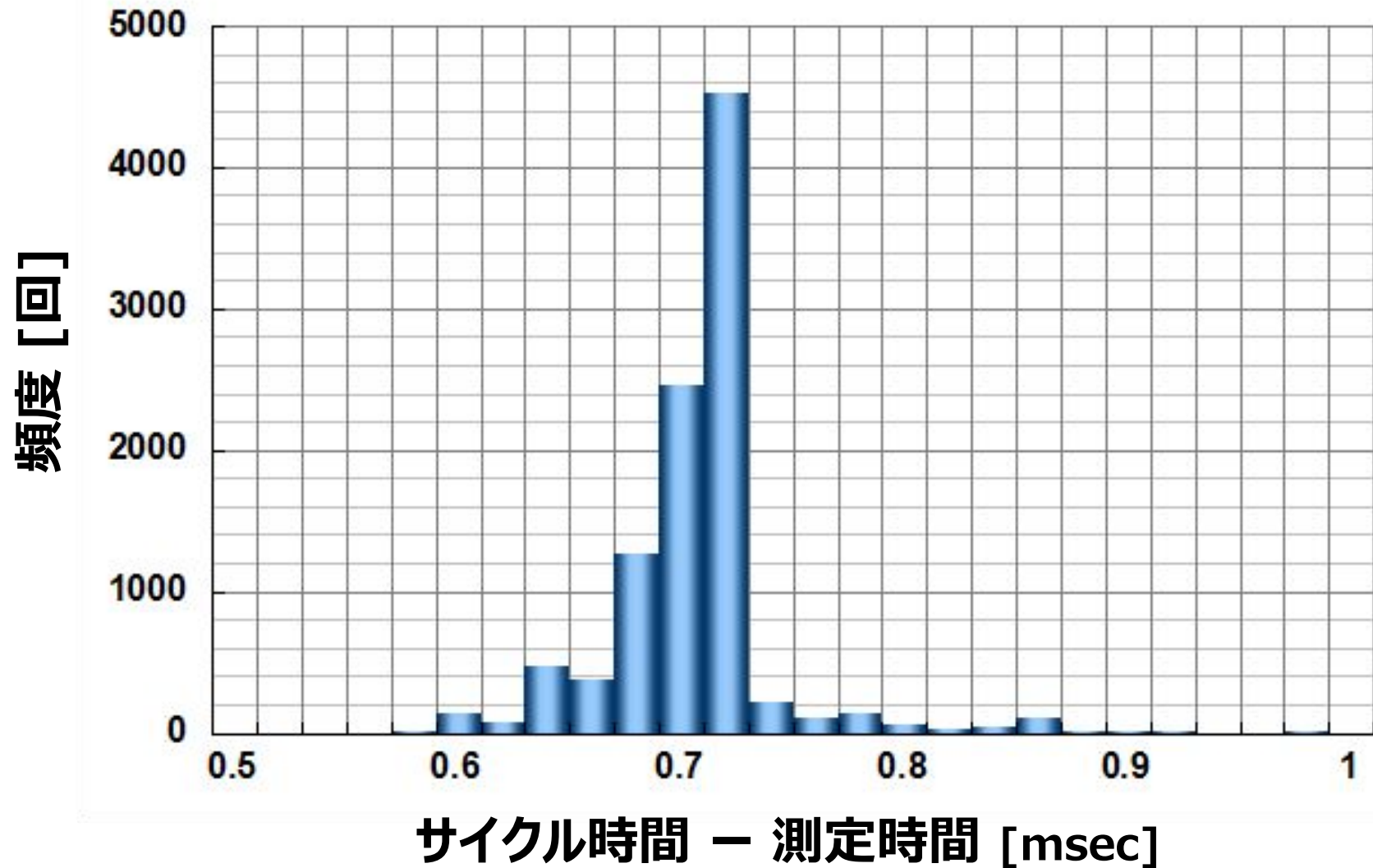


## I 1chのみの比例制御 制御量:位置 操作量:速度

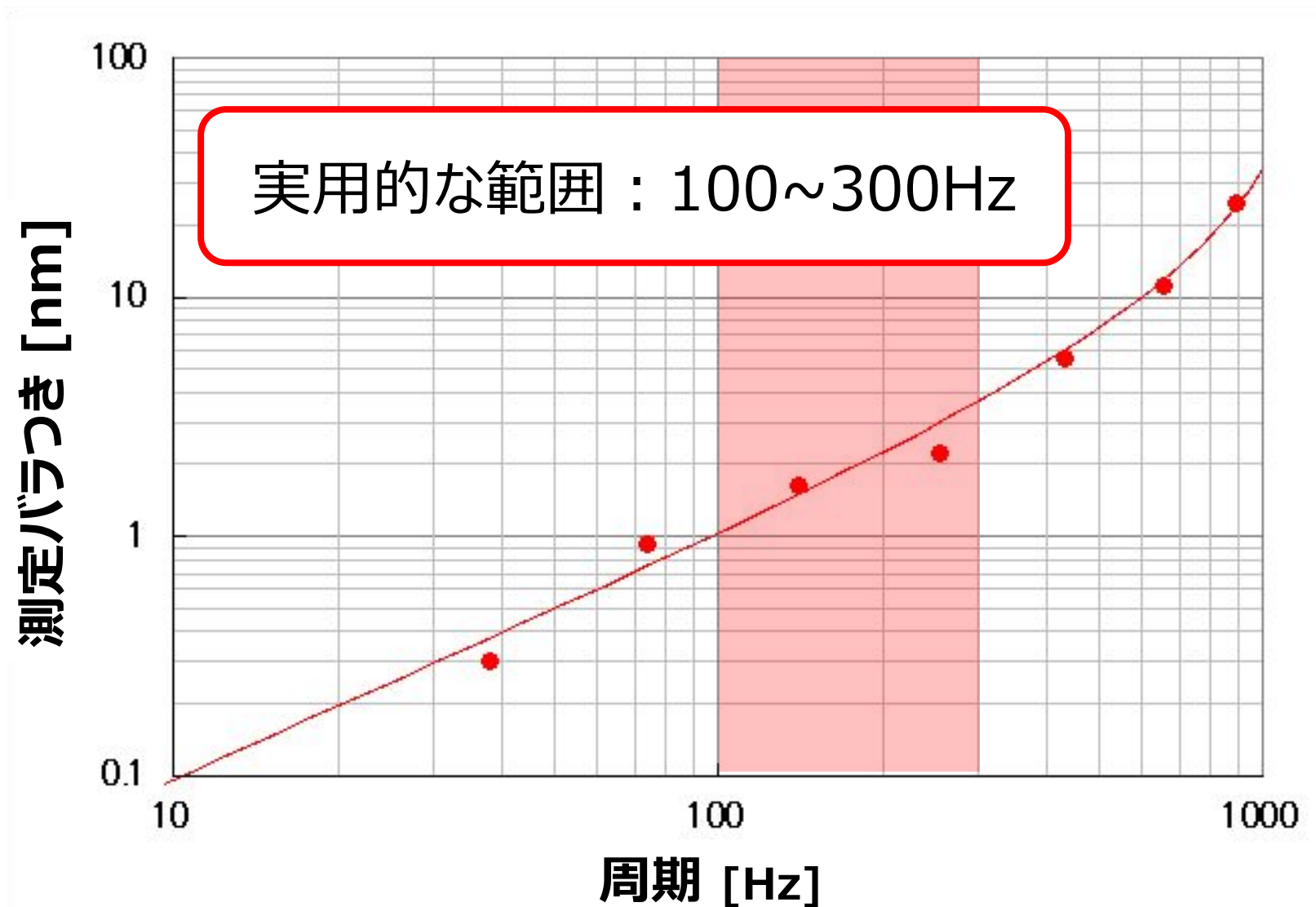
センサ測定以外の  
時間を計測



- センサ積分時間 : 1.0 msec
- 測定回数 : 10000サイクル

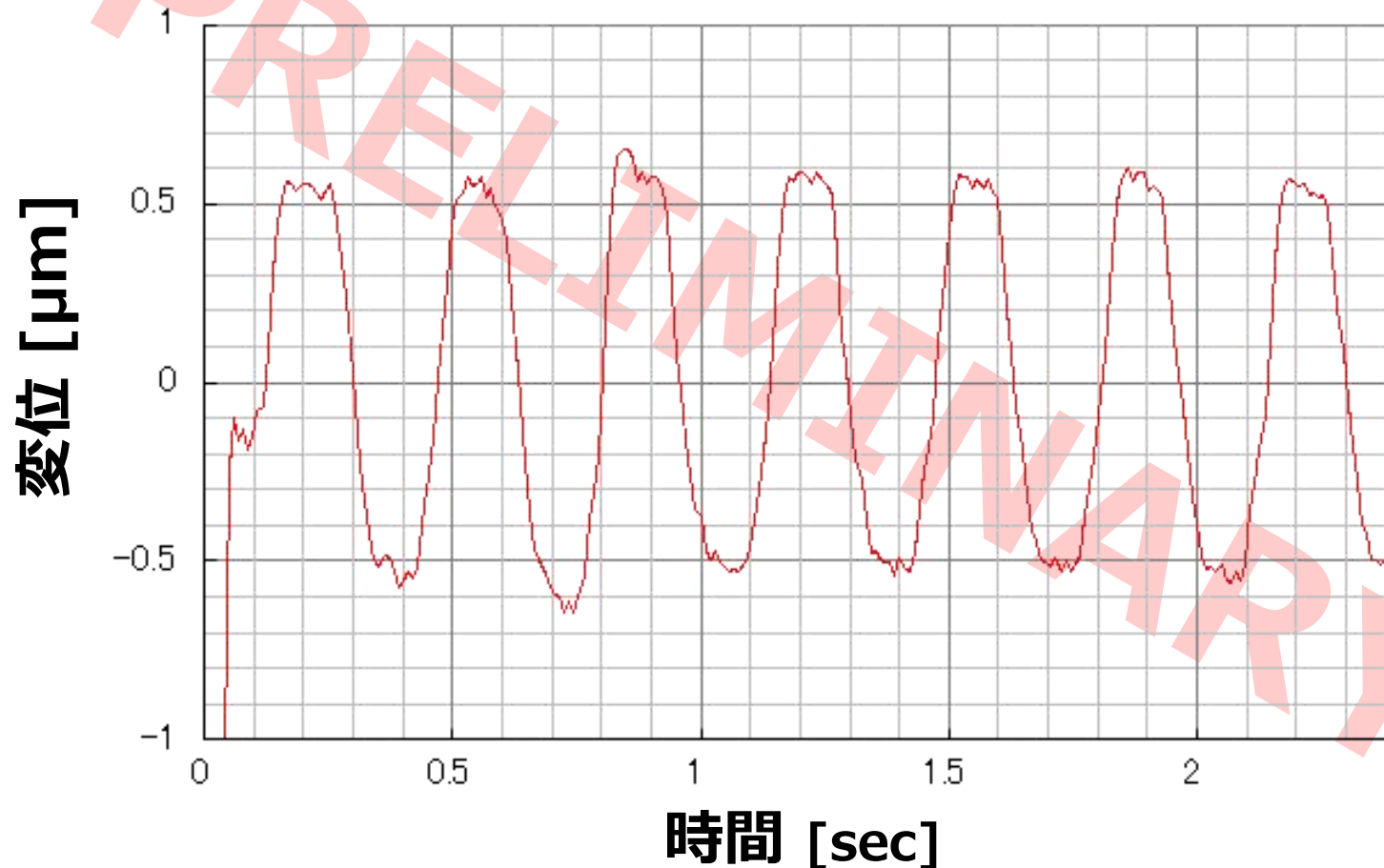


## I 測定のバラつき (温度・湿度による変動は含まない)



## I 1chのみの比例制御 制御量:位置 操作量:速度

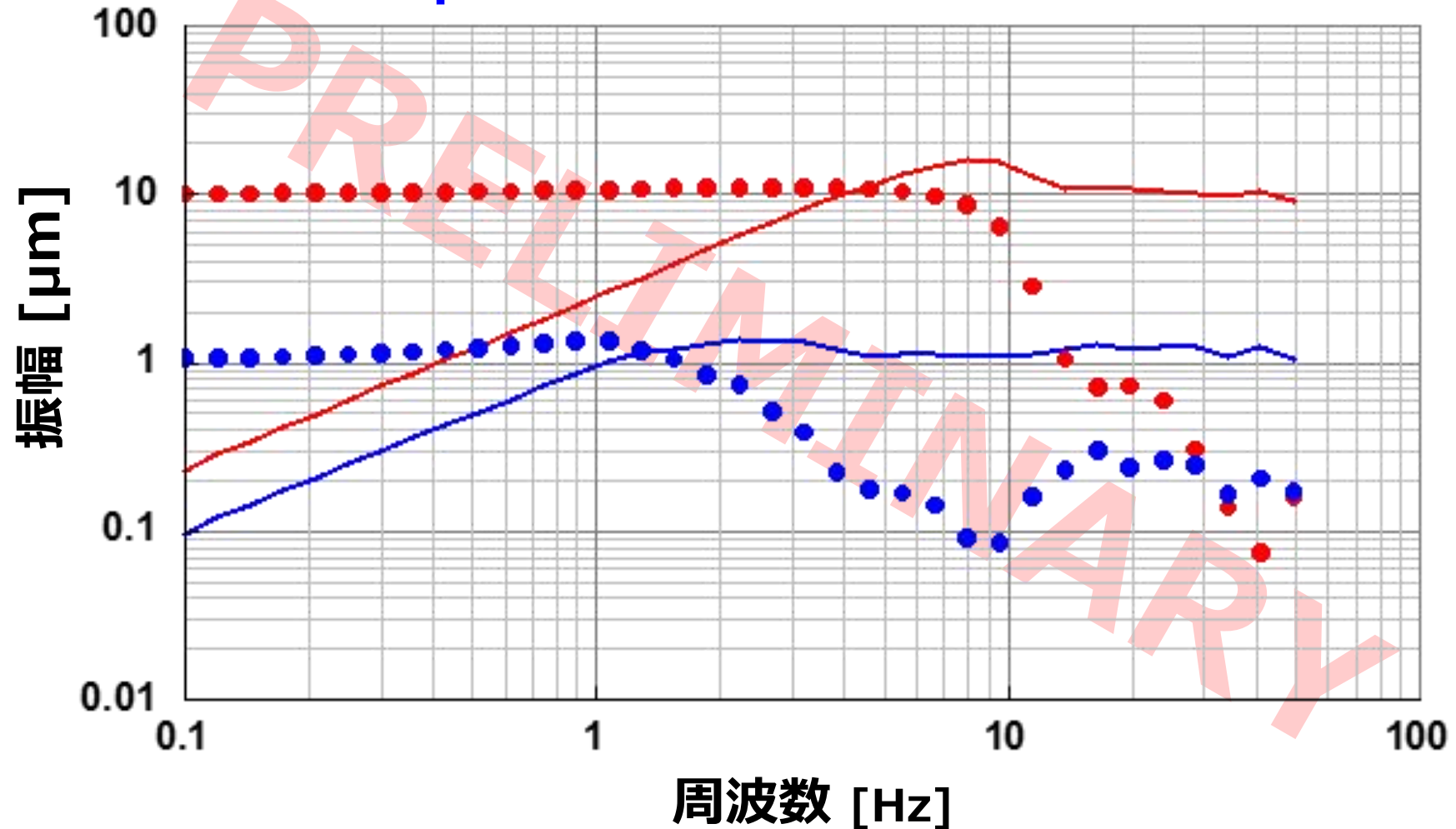
- 指令値 : 振幅 $\pm 0.5\mu\text{m}$  周波数 $2\text{Hz}$ の矩形波
- 測定条件 :  $8.4\text{msec}$
- フィードバック周期 : 約 $100\text{Hz}$





指令値 : sin波 周波数Sweep

振幅 $\pm 10\mu\text{m}$  :  $\bullet$  出力変位      - 偏差  
 $\pm 1\mu\text{m}$  :  $\bullet$  出力変位      - 偏差



## 開ループでの定速駆動

- ・ マイクロステップにともなう周期誤差  
4倍程度、負荷により変動あり、位置変動は少ない
- ・ バックラッシュ      今後測定する予定

## フィードバック周期

- ・ 通信 + 演算時間    :  $\sim 0.7\text{msec}$
- ・ 実用的には周期  $< 500\text{Hz}$

## 簡単なフィードバック試験

- ・ 入力振幅  $\pm 10\mu\text{m}$  では  $f_c \sim 10\text{Hz}$
- ・ 入力振幅  $\pm 1\mu\text{m}$  では  $f_c \sim 1\text{Hz}$  ... バックラッシュの影響

---

## 今後、動的特性・減速機を含めた評価を予定