

2014/08/12 2014年度 岡山ユーザーズミーティング

セグメント主鏡制御装置の 開発状況

京都大学 木野 勝

■研削加工による主鏡の製作・・・済

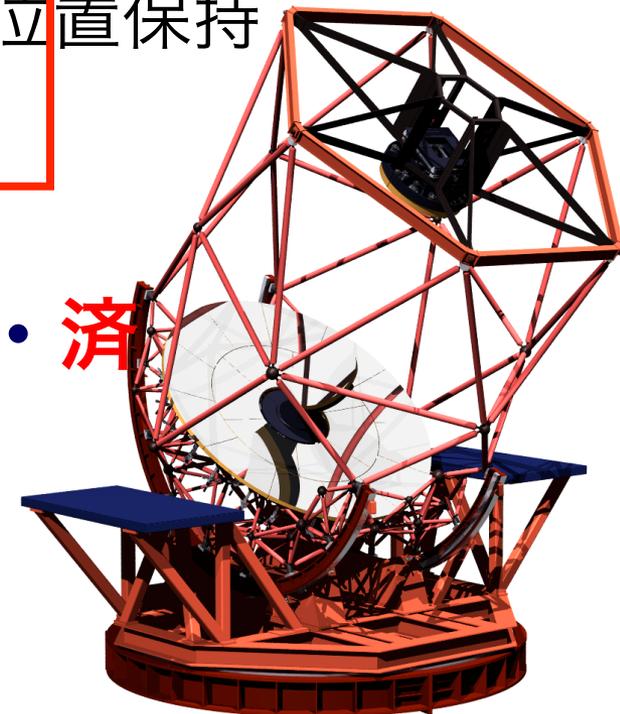
研削＋研磨で1セグメント/1ヶ月で加工
CGH干渉計による計測・評価

■セグメント鏡の制御技術の確立

エッジセンサ＋アクチュエータによる位置保持
光学センサによる初期位置の測定

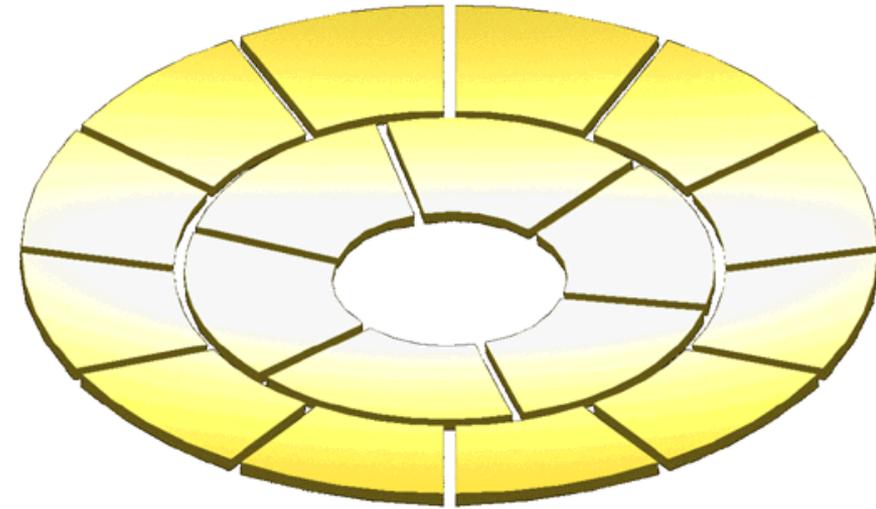
■トラス構造による超軽量架台・・・済

同サイズの望遠鏡に対し1/5の重量
主鏡セルの変形は100 μ m以下



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

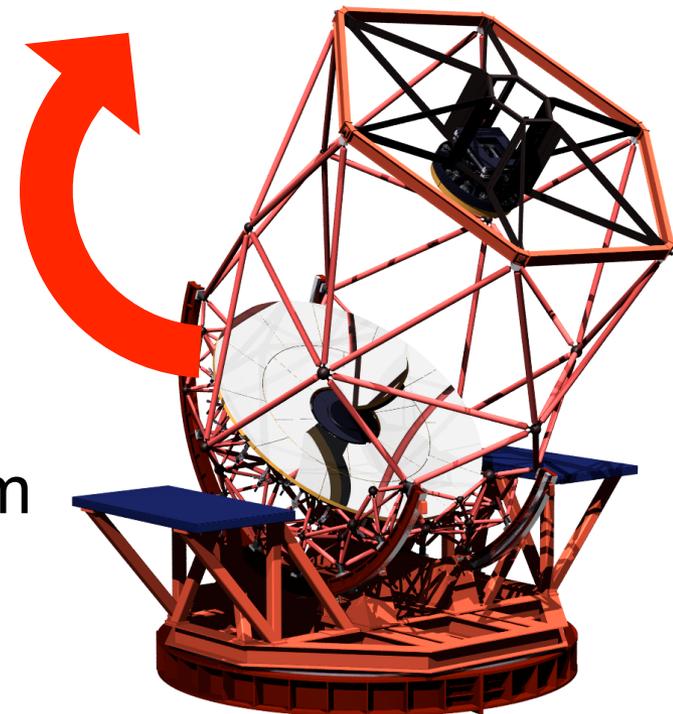


セグメント鏡

大きさ	: 対角 \sim 1.2 m
重さ	: 約70 kg
設置精度	: rms \leq 50 nm

外乱

架台の重力変形・熱変形	: \sim 100 μ m
風圧	: 300 nm @1 Hz 10 nm @10 Hz



対象とする鏡 : 計19枚

内周リング

内周セグメント : 6枚

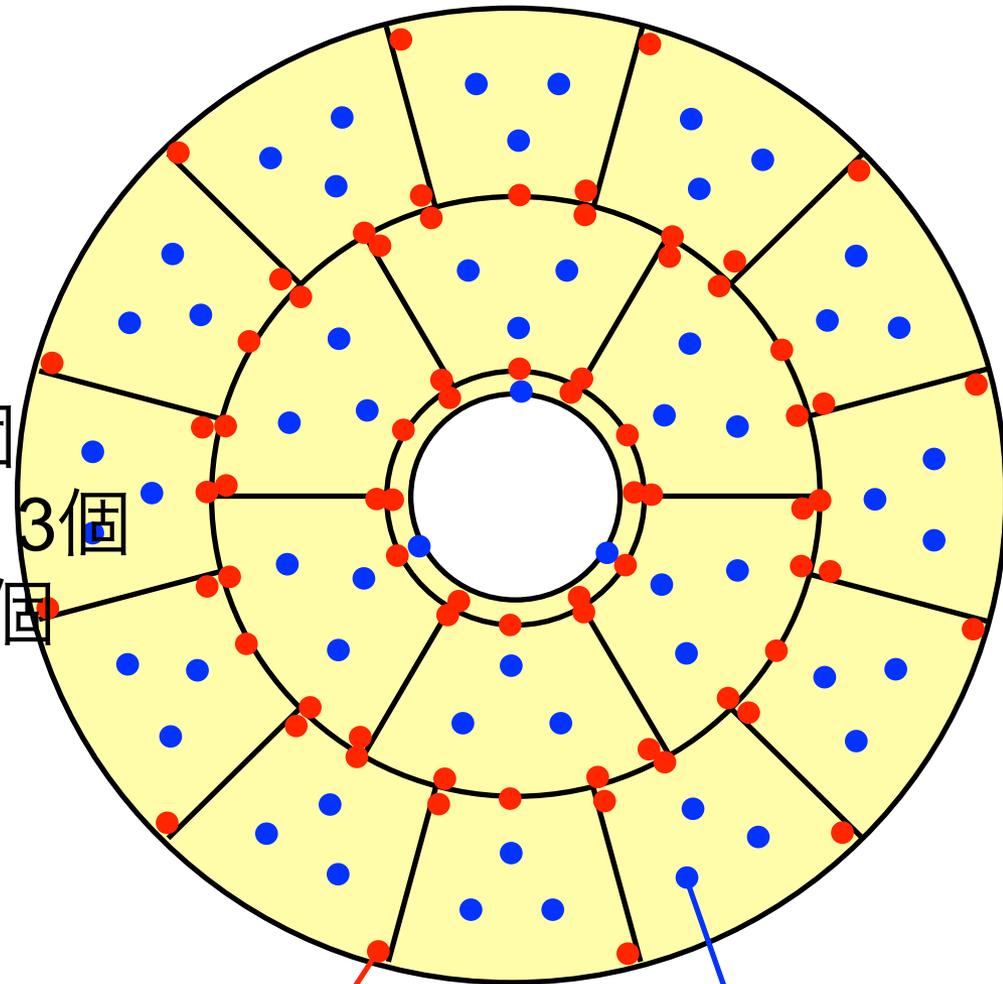
外周セグメント : 12枚

アクチュエータ : 計57個

内周リング : 3個

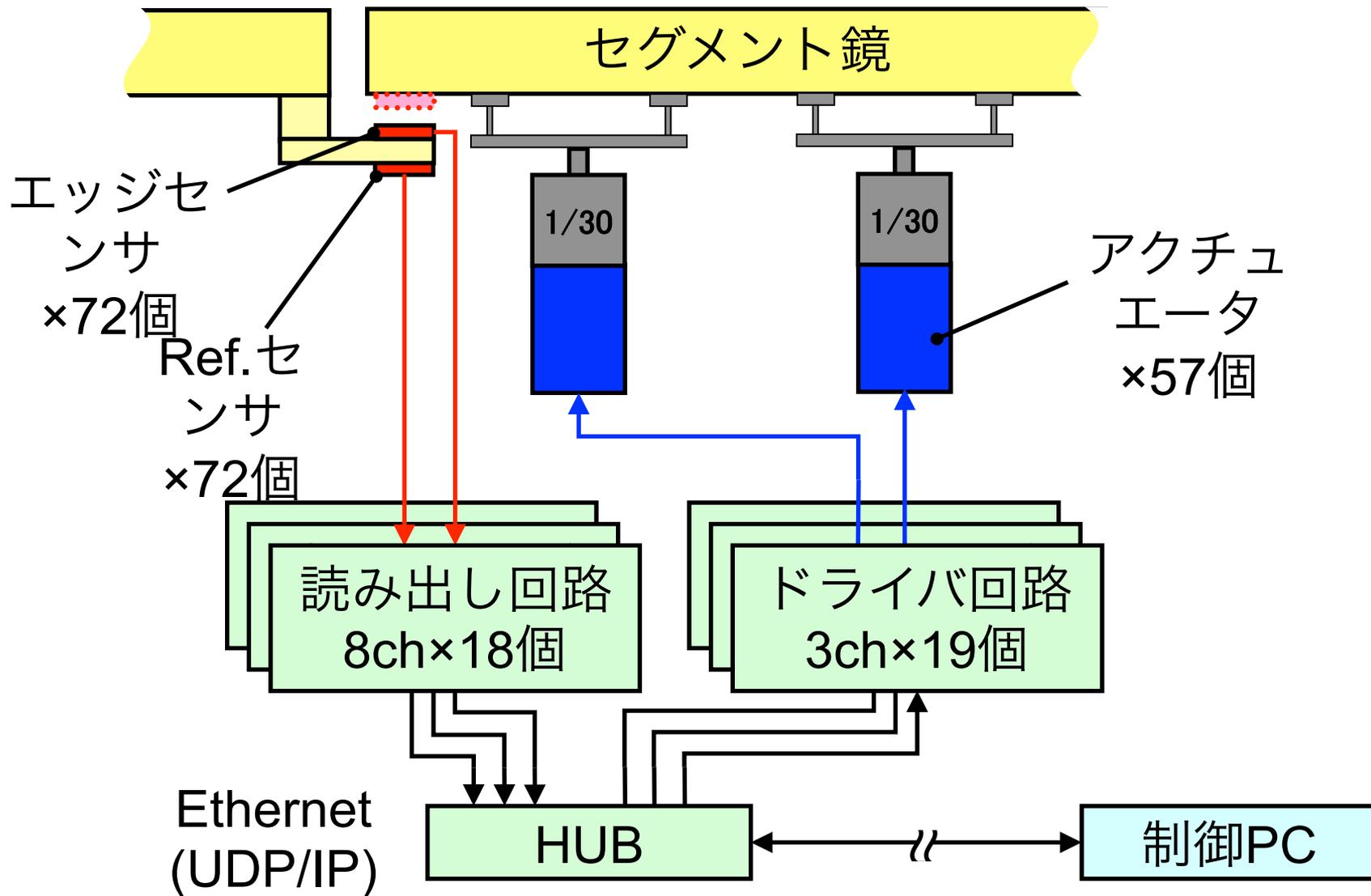
内/外周セグメント : 各3個

エッジセンサ : 72個



エッジセンサ72個 アクチュエータ57個

システムの構成要素



アクチュエータ

- **アクチュエータ** : Zaber社 NA08A50
ステッピングモータ + 樹脂潤滑の送り
ねじ

ストローク : 50 mm
分解能 : 3 $\mu\text{m}/\text{step}$



- **減速機**

無関節テコで1/30

- **ドライバ**

3チャンネルドライバ & コントローラ
128マイクロステップ駆動
EthernetでホストPCに接続



駆動分解能 : 0.8 nm/ μstep

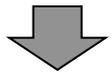
エッジセンサ

■ **センサ** : 日本システム開発(株) DS2001
渦電流式 非接触変位センサ

サンプルレート 100 Hz

測定ばらつき rms 1 nm

温度依存 1500 nm (0~20°C)

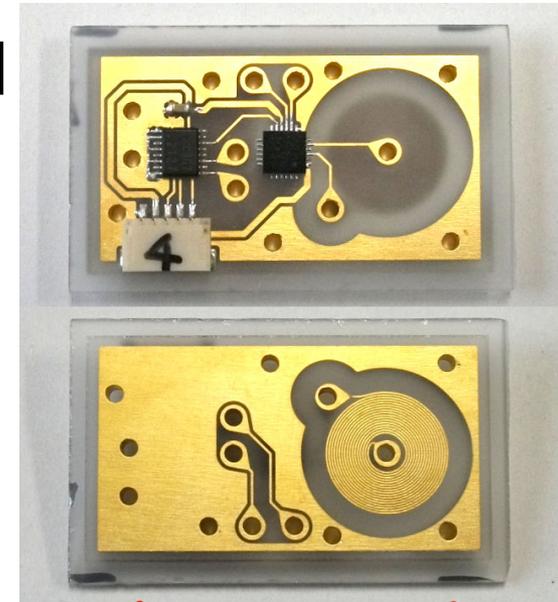


補正により ~150 nm まで改善
(さらに1/2程度に抑制したい)

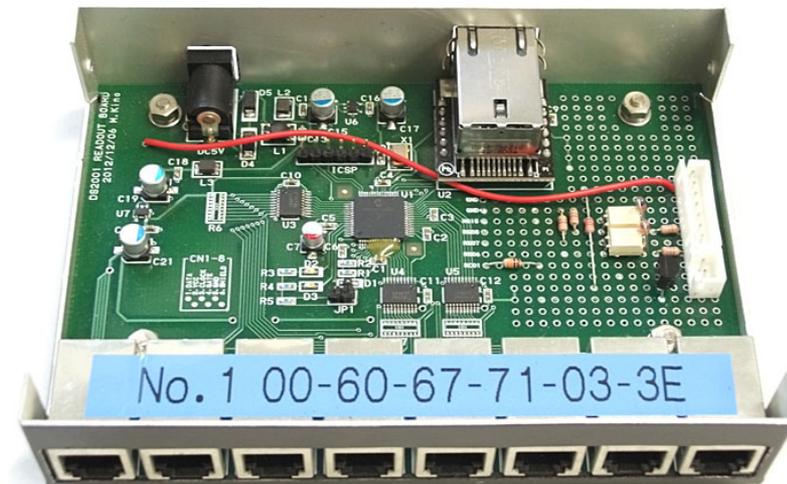
■ **読み出し回路**

8チャンネル同時読み出し

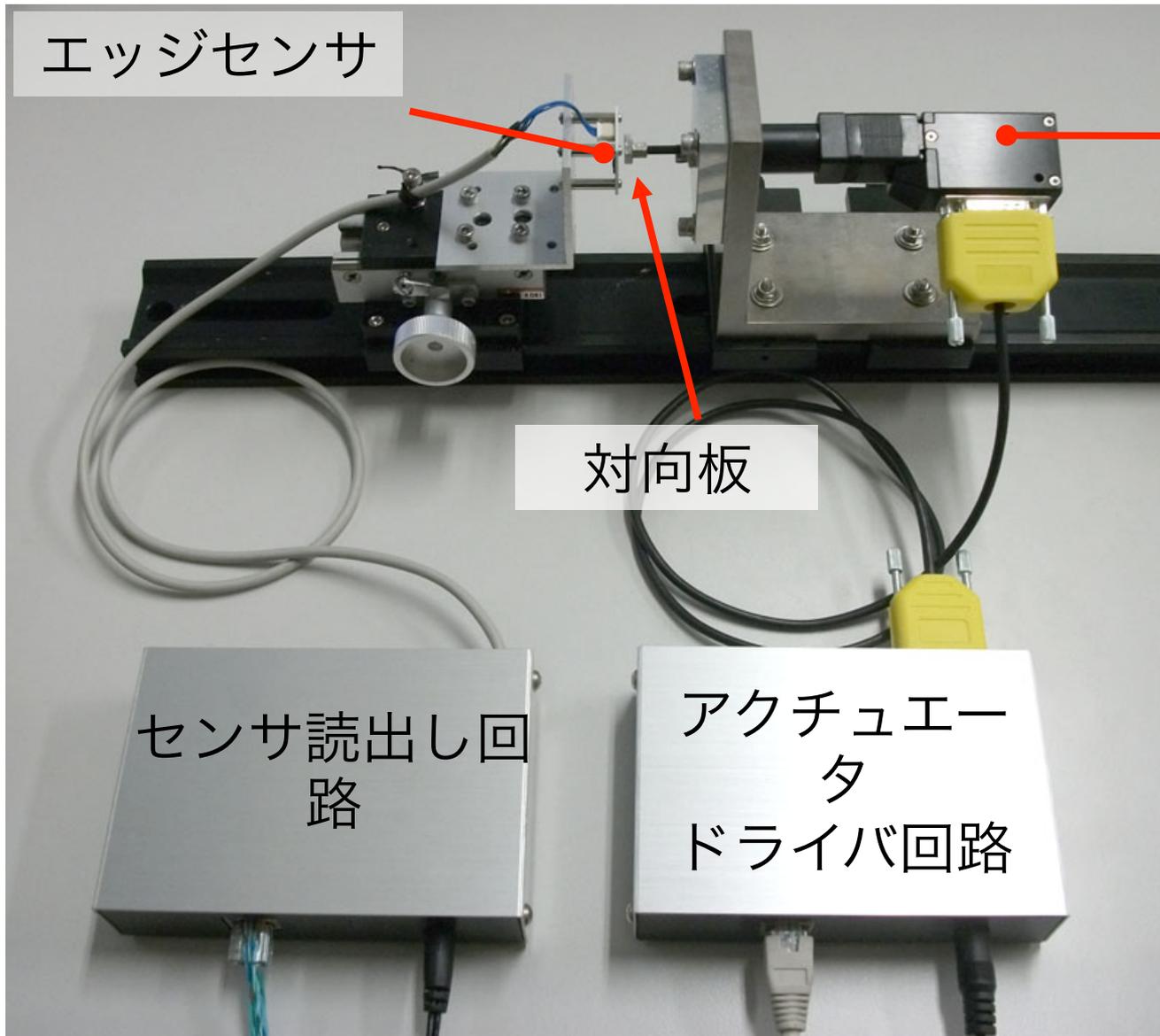
EthernetでホストPCに接続



32mm



駆動試験



アクチュエータ

1chのみ

- ・ 減速機なし
- ・ 負荷なし

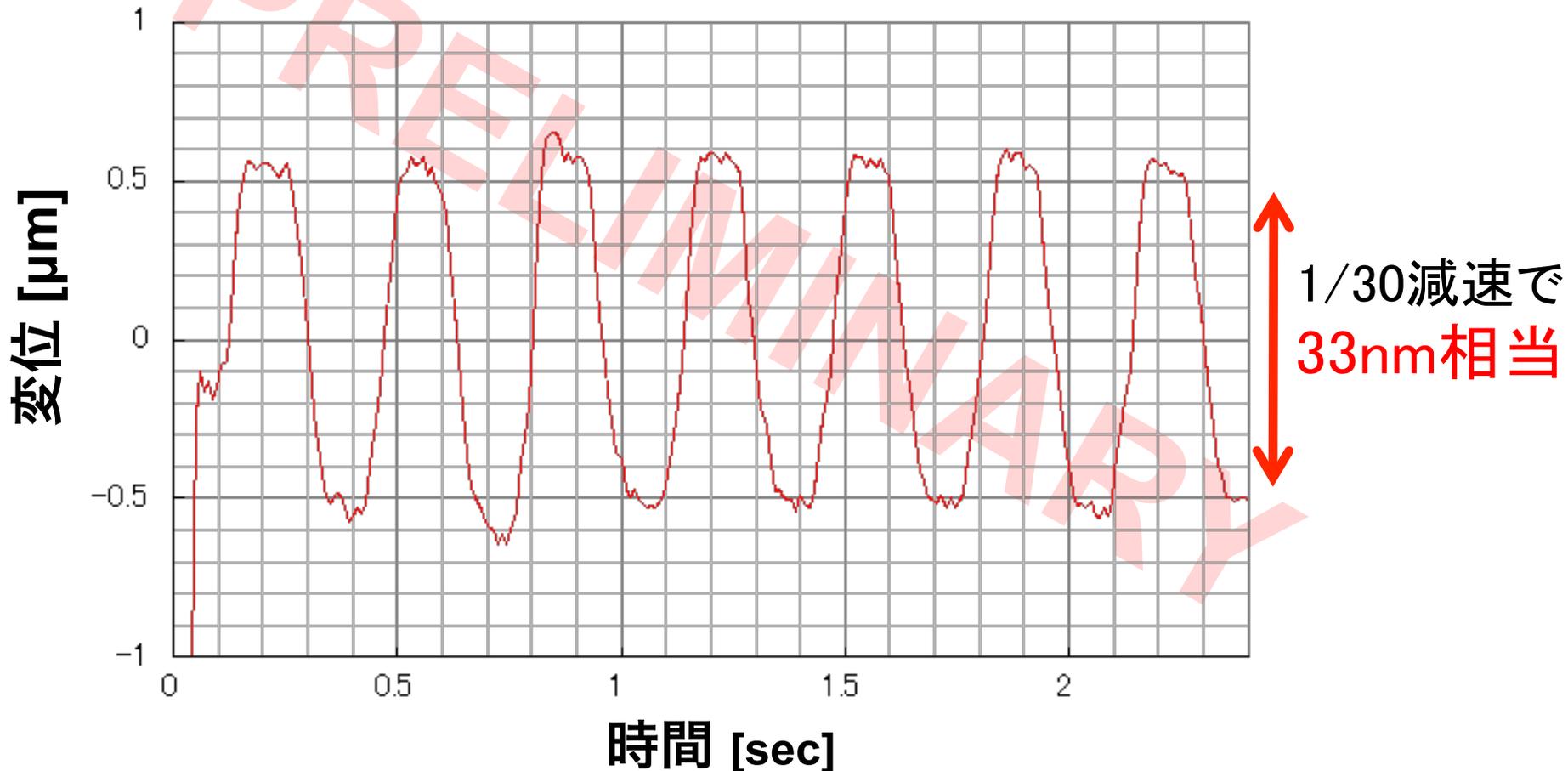
目標

精度： $\leq 1\mu\text{m}$
帯域： $\geq 10\text{ Hz}$

駆動試験

1chのみの比例制御

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



センサの配置

要求を満たすセンサ条件

センサ数 : 72 個

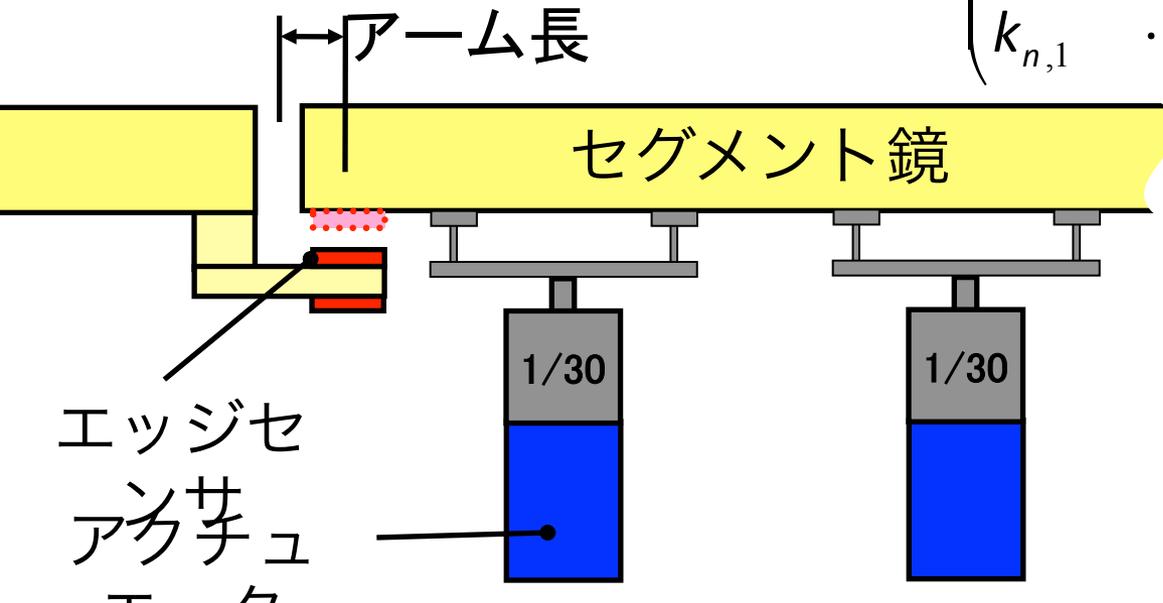
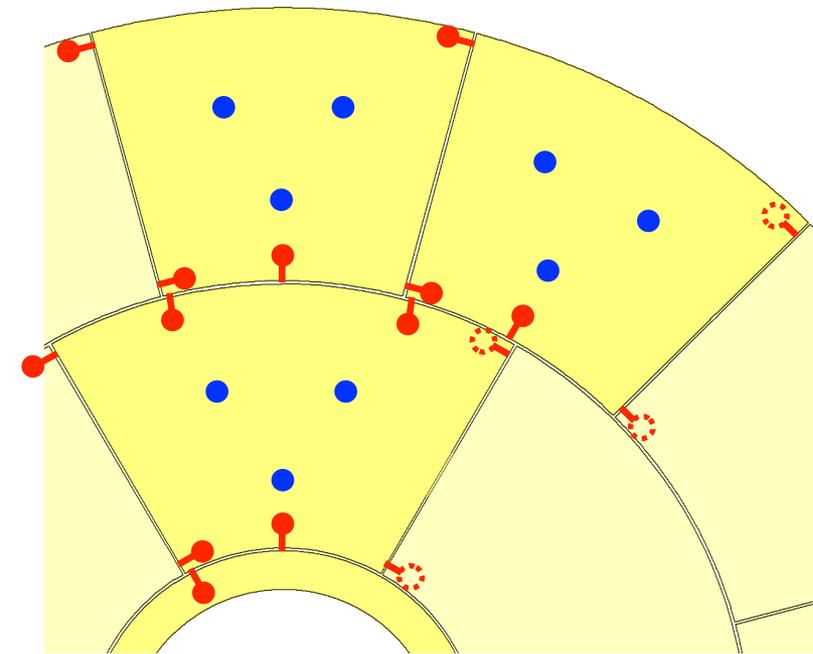
アーム長 : 50 mm

センサ→アクチュエータ駆動量

$$\begin{pmatrix} k_{1,1} & k_{1,2} & \cdots & k_{1,m} \\ k_{2,1} & k_{2,2} & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ k_{n,1} & \cdots & \cdots & k_{n,m} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{pmatrix}$$

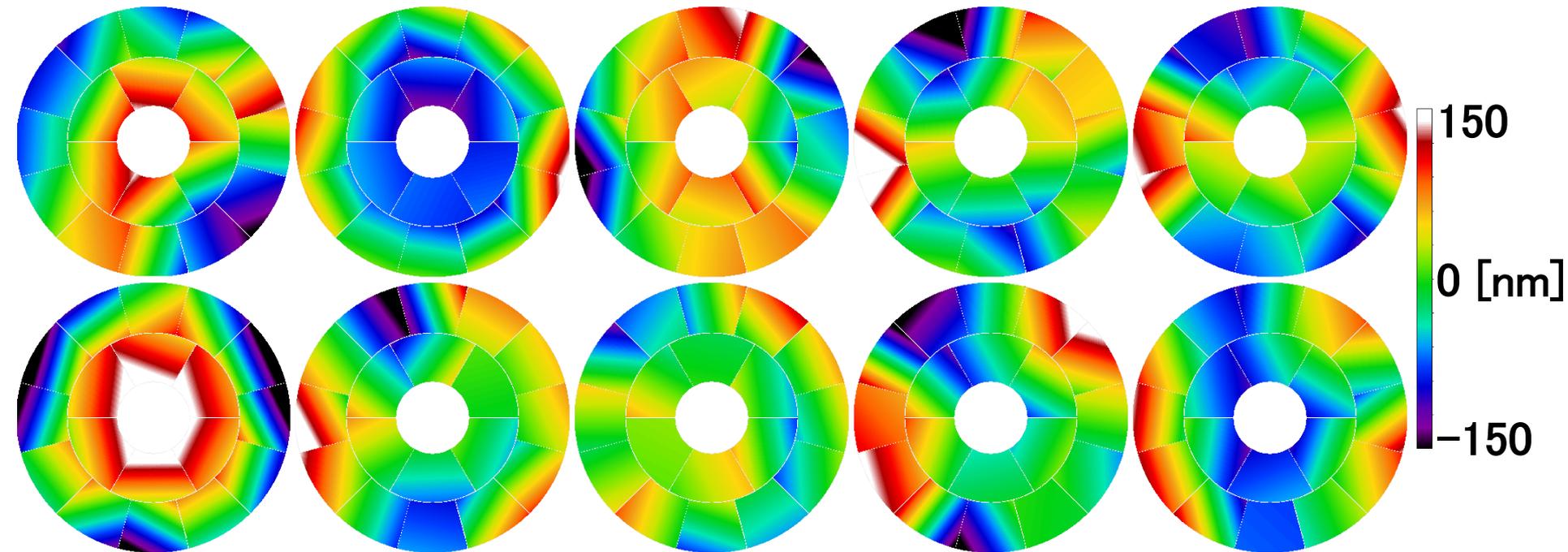
$A_1 \sim A_n$ アクチュエータ

$S_1 \sim S_m$ エッジセンサ



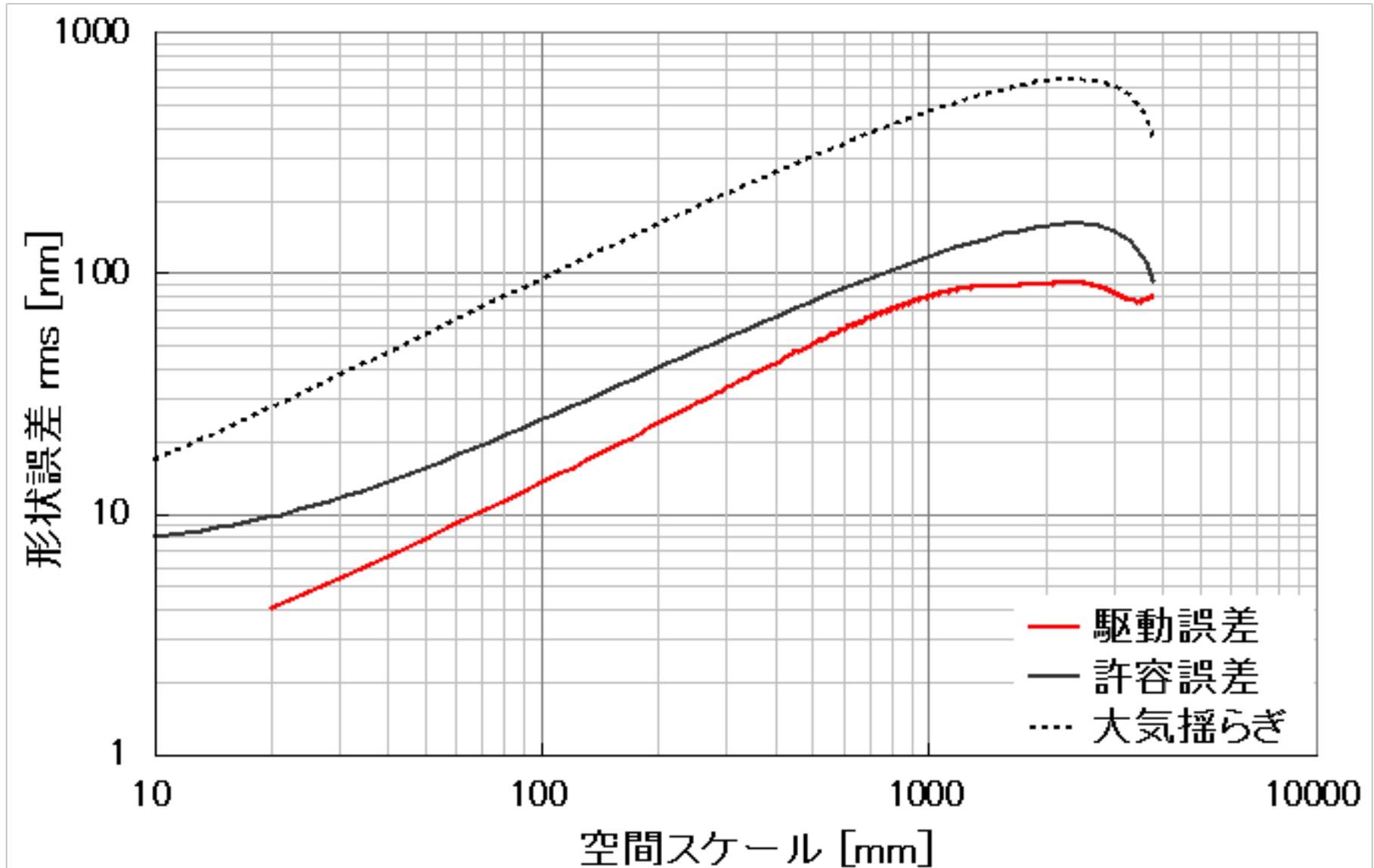
センサ誤差の影響

- センサ誤差 $\sigma_s = 30$ nmの正規乱数
- 鏡面形状誤差なし、アクチュエータ駆動誤差なし



セン誤差による鏡面形状誤差の例

20回分の構造関数の2乗平均平方根



■アクチュエータ・エッジセンサの決定

■ドライバ等制御システムを構築

- 減速器なしの試験で $1\mu\text{m}$ P-Pの駆動を確認

■エッジセンサの配置と制御行列の導出

- センサ72個で実用的な配置
 - センサ誤差 rms 30 nmの仮定で十分な精度
-

■今後、時間応答性・減速機を含めた特性を評価