

2016/11/25 第6回 可視赤外線観測装置技術ワークショップ

京大岡山3.8m望遠鏡の 分割鏡制御システム

木野 勝 (京都大学)

軸屋 一郎、上野 幸紀 (金沢大学)

3.8m望遠鏡計画グループ

国内最大の光・赤外線望遠鏡

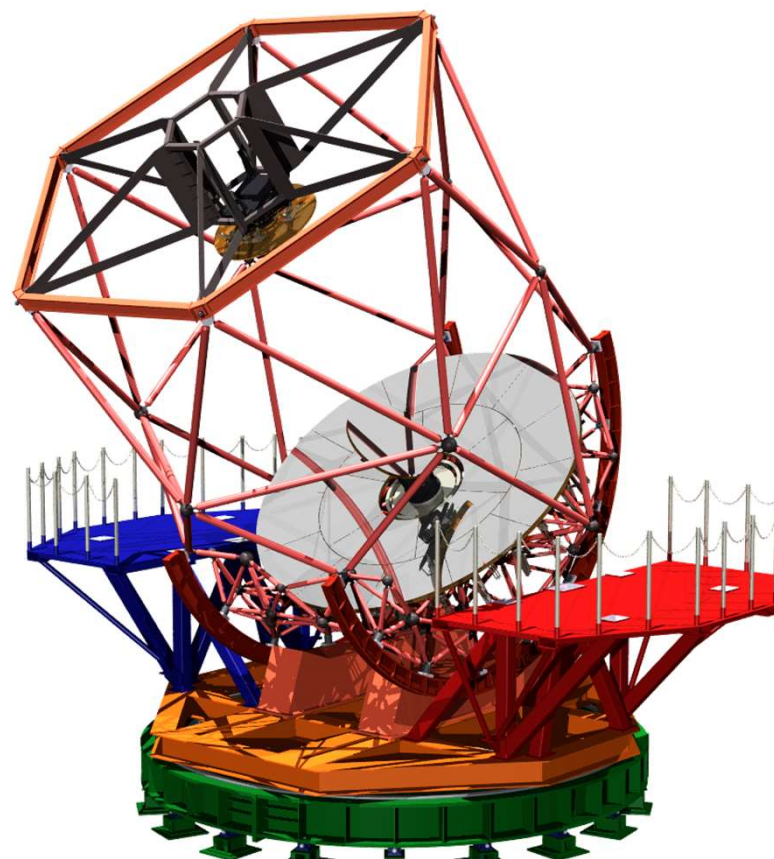
- 突発天体の即応観測 (GRB、重力波対応天体)
- 長期間のモニタ観測 (太陽系外惑星、スーパーフレア星)

3つの技術的挑戦

- 超精密研削による鏡加工
- 花弁型の**分割主鏡**
- 軽量架台

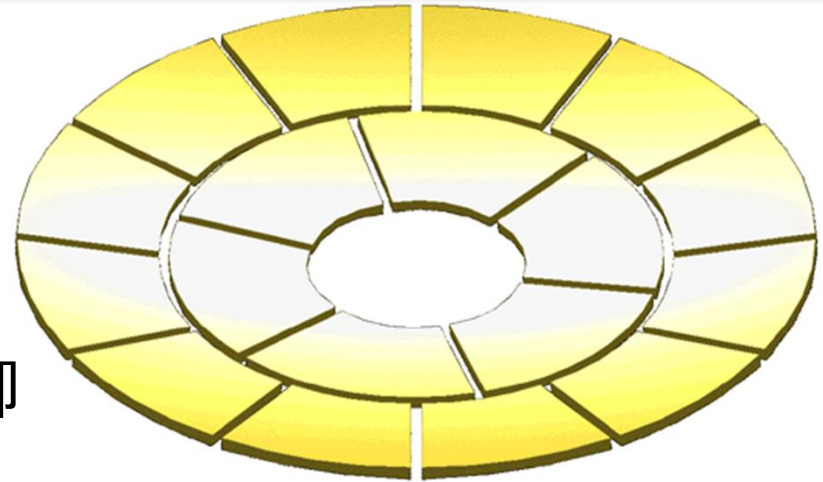
新たな課題

- ▶ 鏡面形状の計測・加工
- ▶ 望遠鏡上への再配置



制御対象

- 大きさ : $\sim 1.2\text{m}$
- 重さ : $\sim 70\text{kg}$
- 各鏡の傾き2軸 + ピストン1軸を制御



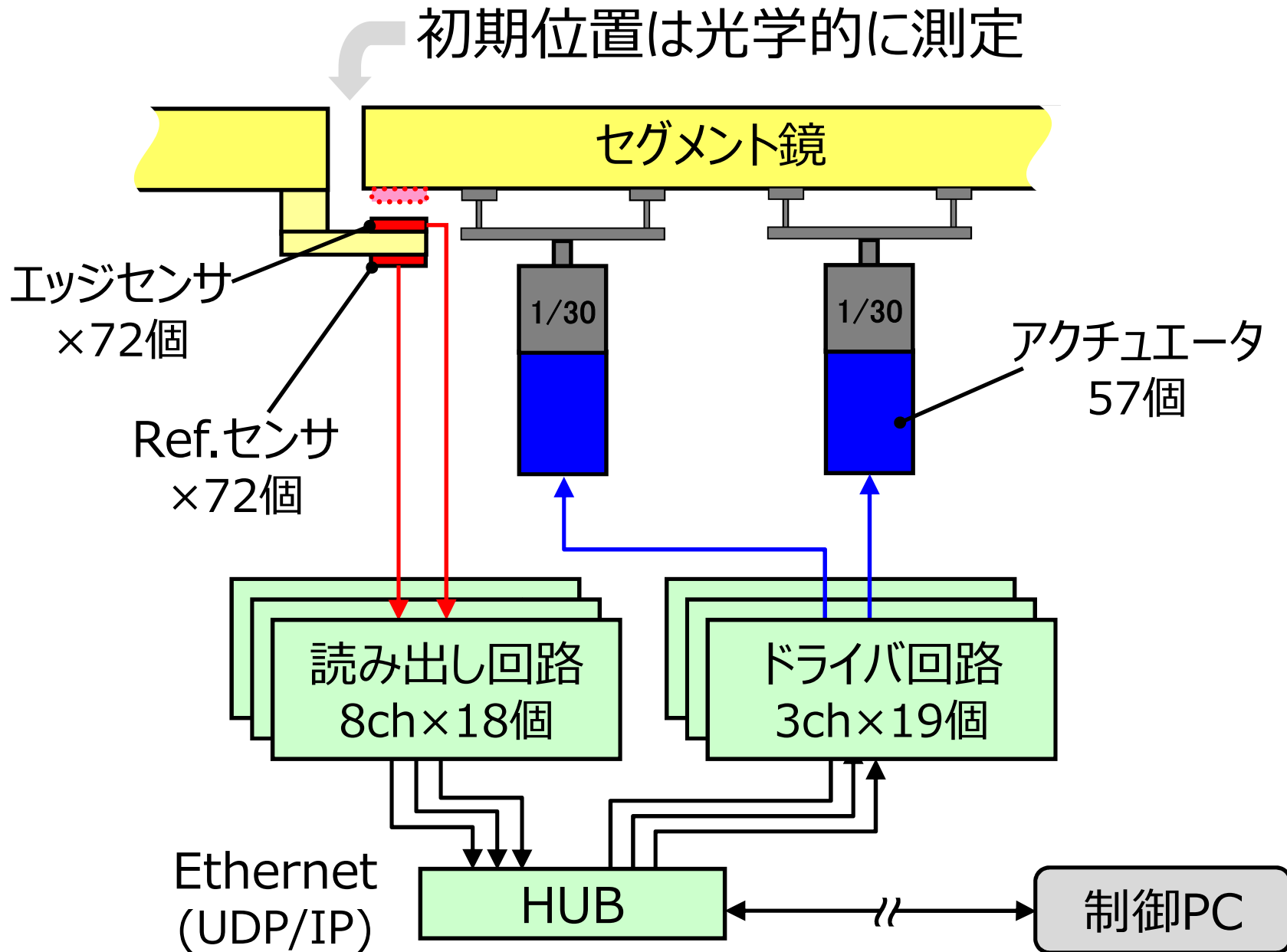
制御目標

- 理想面からのずれ $\text{rms} \lesssim 100\text{nm}$

外乱

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

フィードバック制御で
 $\lesssim 10\text{Hz}$ の外乱を抑制



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 30 mm
- 分解能 3 $\mu\text{m}/\text{step}$

減速器

- 減速比1/30の無関節テコ

ドライバ回路

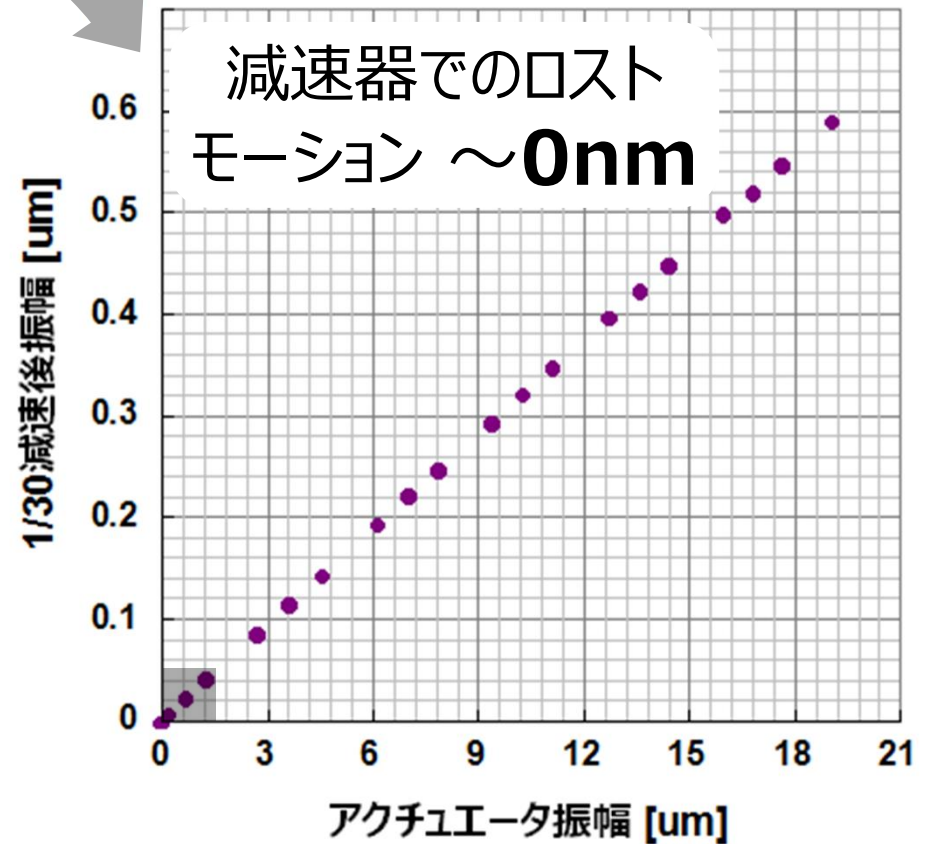
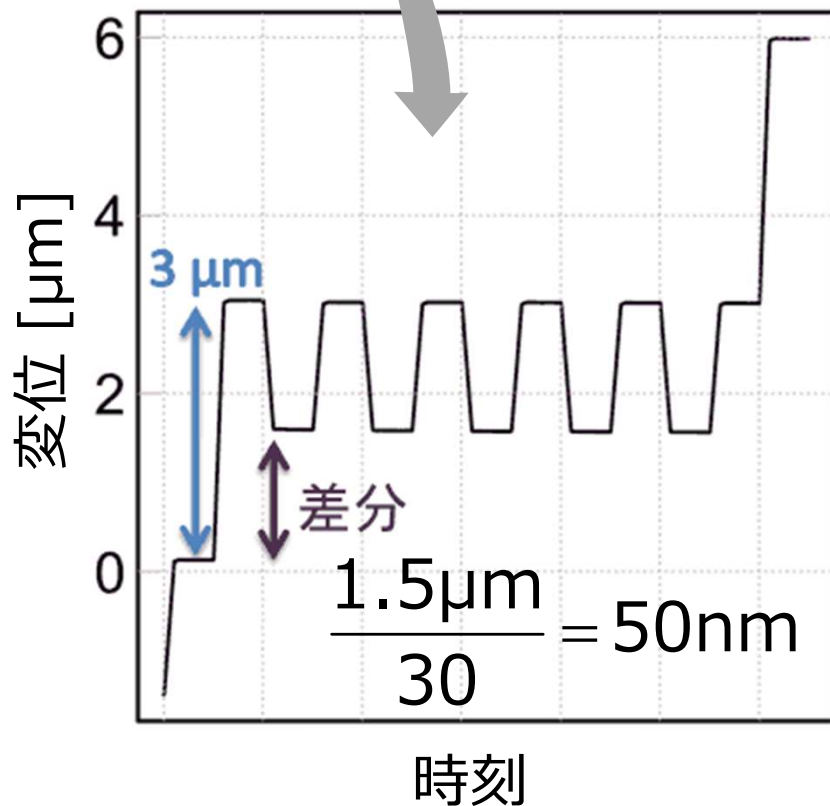
- 128マイクロステップ駆動

↓
分解能 0.8 nm/micro-step



ロストモーション

アクチュエータ
30 + 減速器



非干渉化行列

隣り合う鏡との相対変位

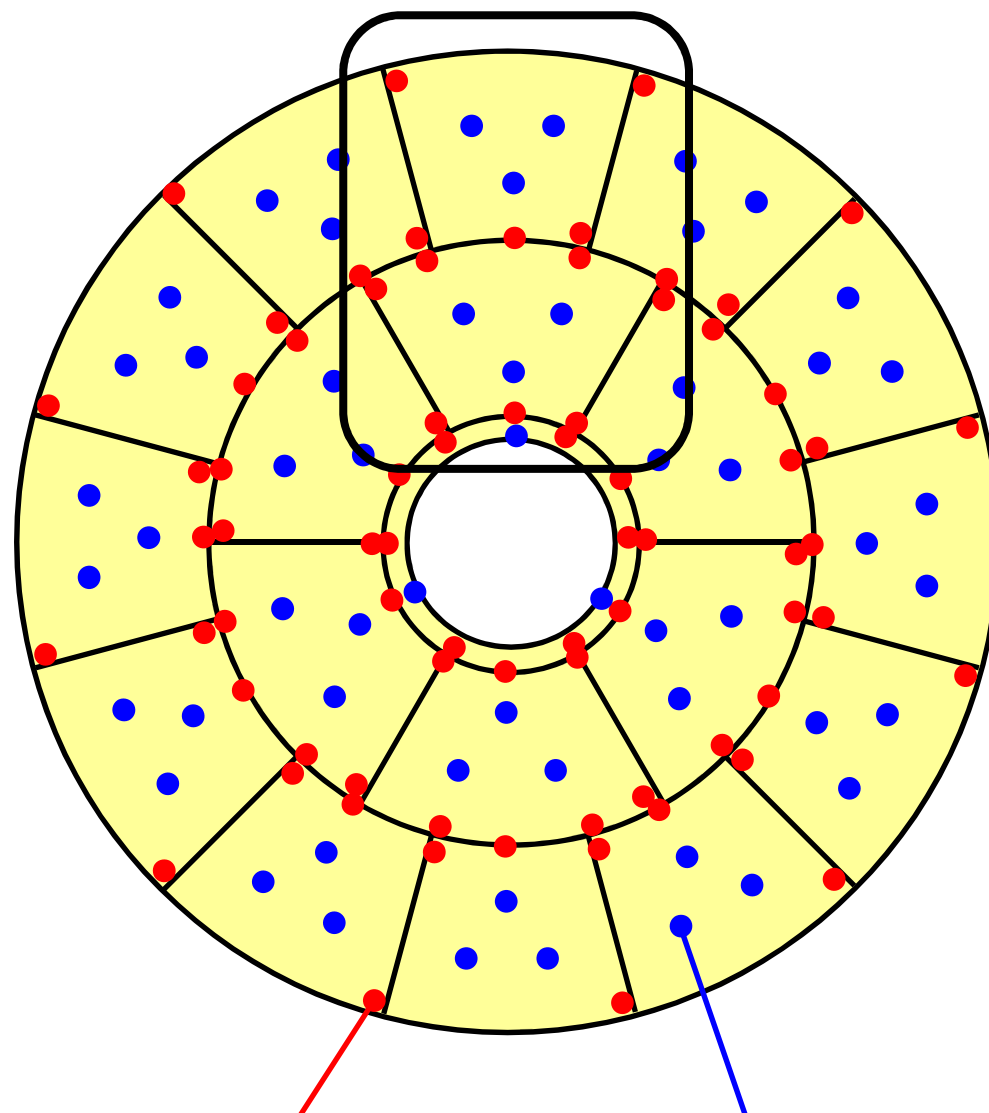


アクチュエータ位置での変位

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

$A_1 \sim A_{57}$ アクチュエータ

$S_1 \sim S_{72}$ エッジセンサ



エッジセンサ72個 **アクチュエータ57個**

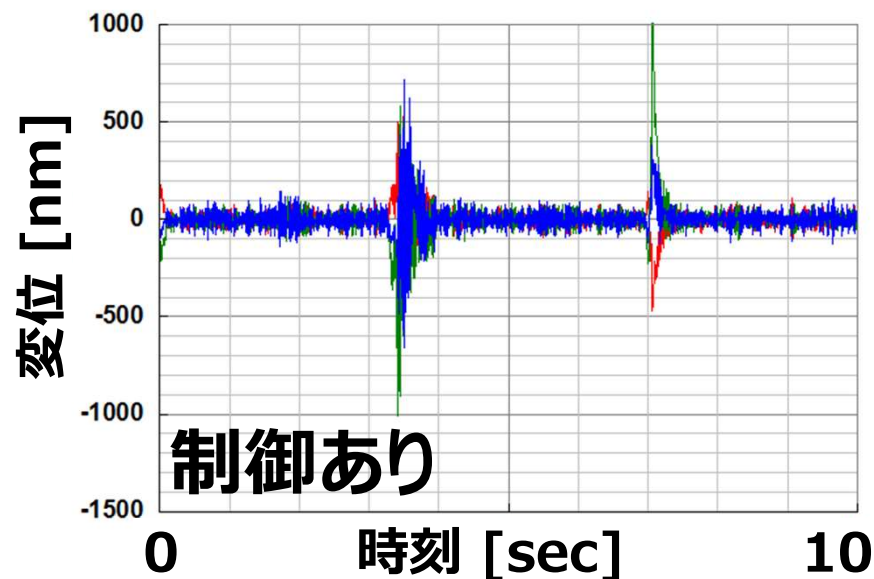
実験対象

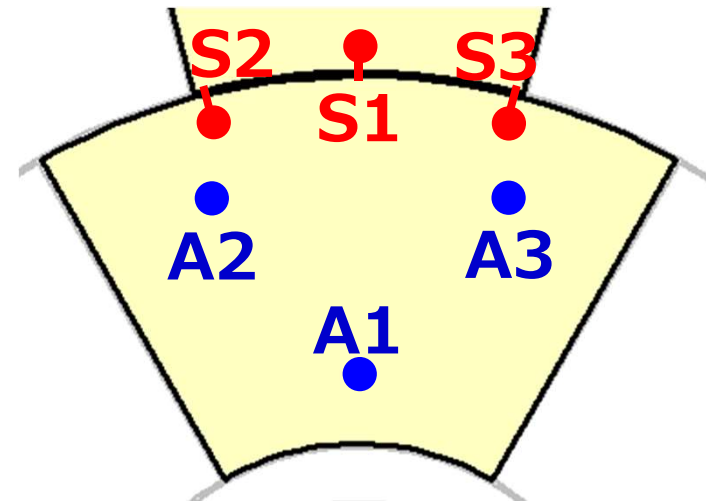
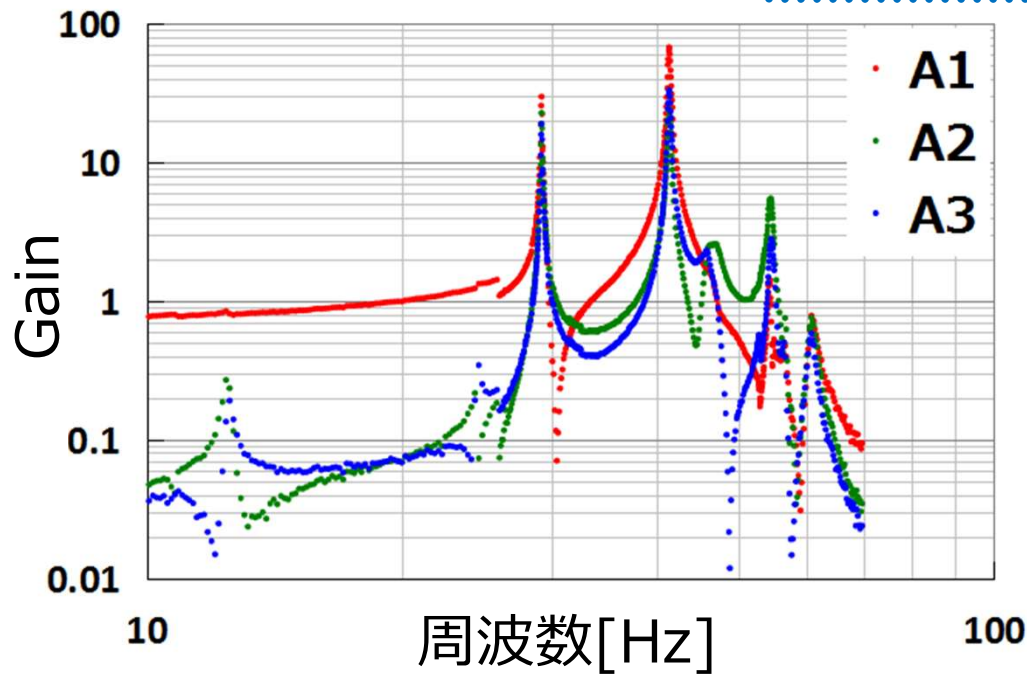
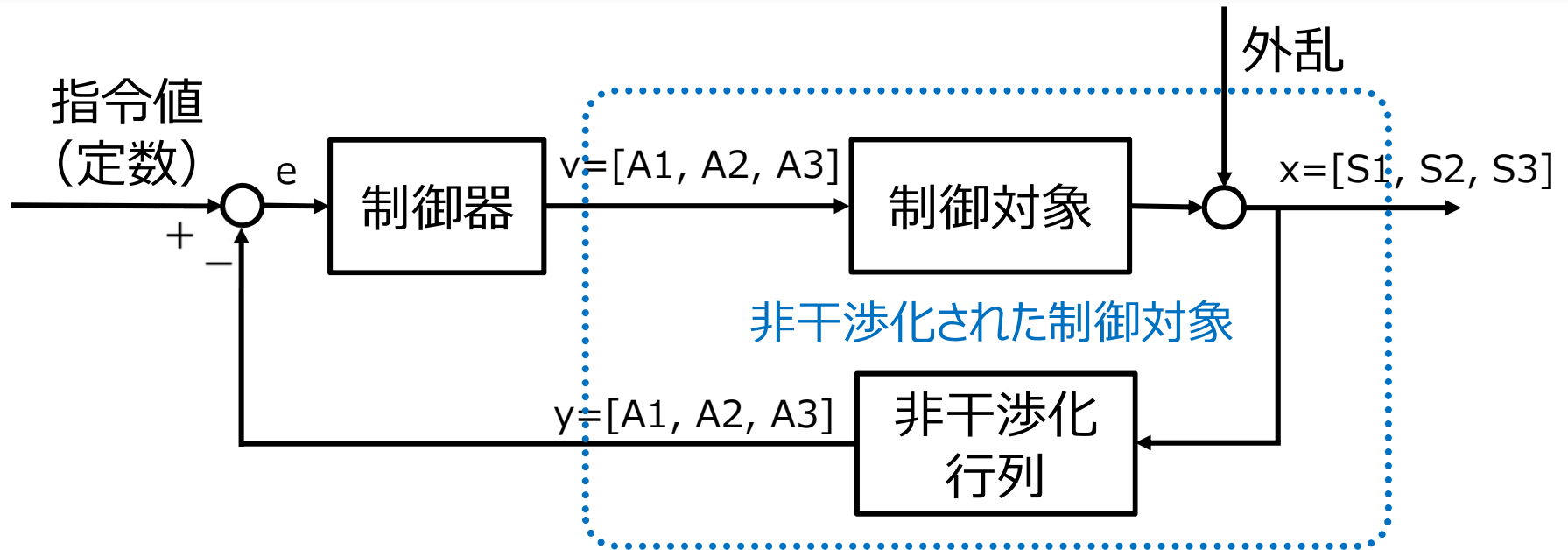
- アルミ製ダミーセグメント
 - ▶ 制御対象は内周側
- 実機相当の支持・駆動構造

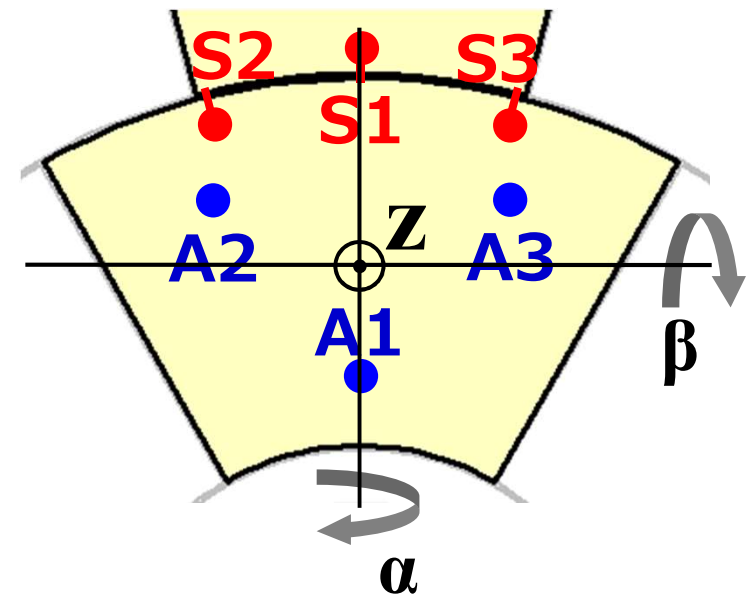
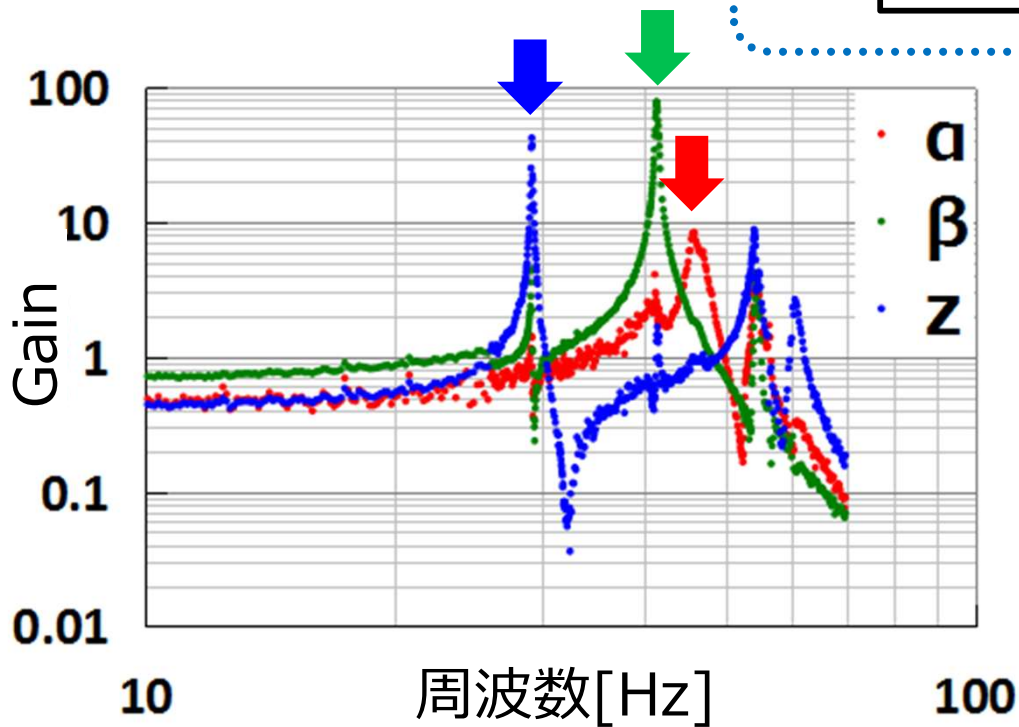
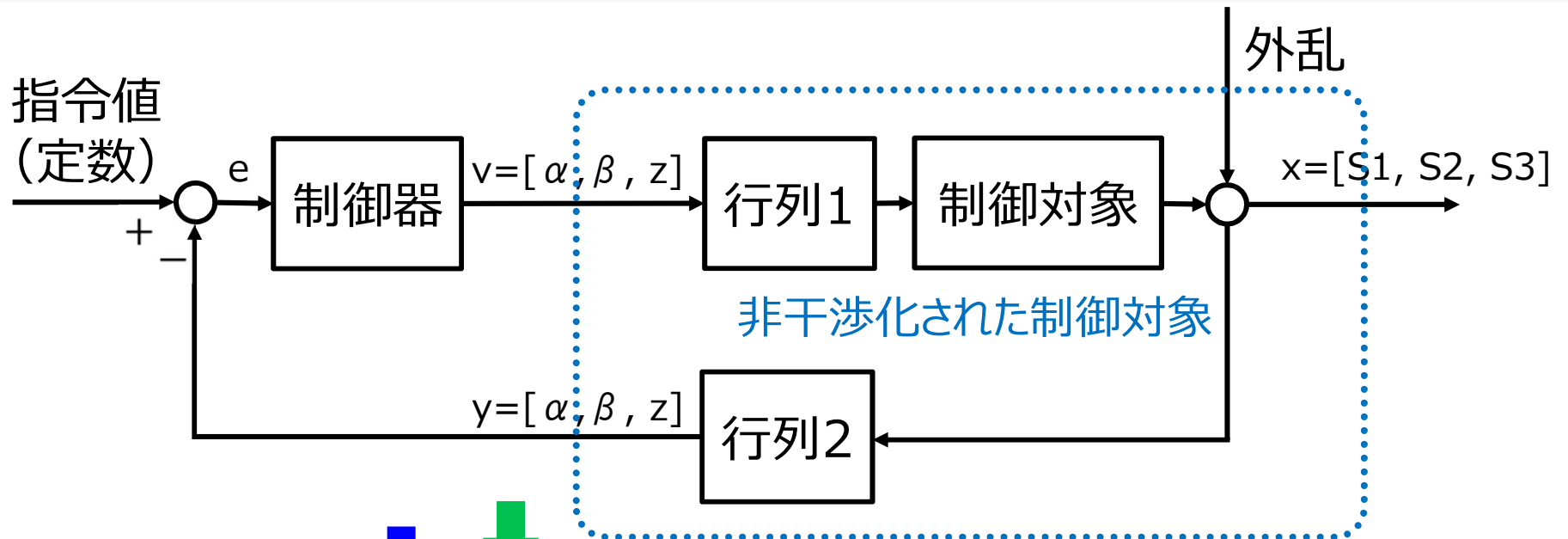
制御方法

- フィードバックサイクル : 200Hz
- 比例制御
 - ▶ 被制御量 : 位置
 - ▶ 操作量 : 速度

振動なく収束させたい







駆動構造

- ステッピングモータを使用
 - ➡ 多分割のマイクロステップで振動を低減
- 弾性変形をもちいた減速・伝達構造
 - ➡ ロストモーション～0

動的特性

- セグメント2枚で駆動試験
 - ➡ 30～60Hzに機械的な共振点
- 行列演算で鏡の運動モードごとに分解
 - ➡ 共振のフィルタを含めた制御器を開発中