

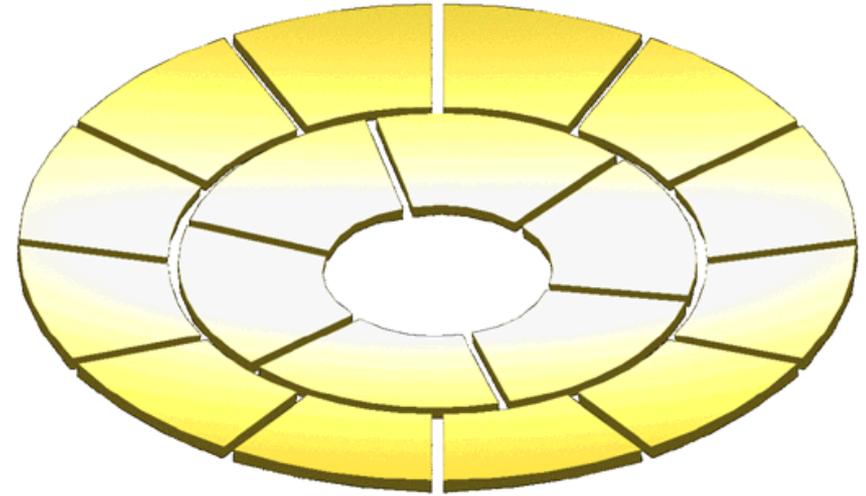
セグメント主鏡制御装置の 開発状況

京都大学 木野 勝

セグメント鏡

分割数 : 6+12
大きさ : 対角~1.2 m
重さ : 約70 kg

設置精度 : $\text{rms} \leq 50 \text{ nm}$



外乱

架台の重力変形・熱変形
: ~100 μm 変動は遅い

風圧 : 300 nm @1 Hz
10 nm @10 Hz

鏡の段差・傾きをリアルタイムに計測して補正

主鏡制御の開発項目

I 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)

I アクチュエータの伝達関数

- ・特性の測定

I 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

I センサモデル

- ・特性の測定

I 量産

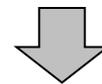
- ・アクチュエータの購入
- ・支持構造の製作
- ・センサの購入

I 制御システムモデル構築

- ・制御ソフトの作成

I 制御・通信システム

- ・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



I 実機 (or 単純化モデル) で動作検証

I 光学センサとの統合

- ・アクチュエータドライバの製作
- ・センサ読み出し回路の製作

I 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)

I アクチュエータの伝達関数

- ・特性の測定

I 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

I センサモデル

- ・特性の測定

I 量産

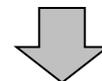
- ・アクチュエータの購入
- ・支持構造の製作
- ・センサの購入

I 制御システムモデル構築

- ・制御ソフトの作成

I 制御・通信システム

- ・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



I 実機 (or 単純化モデル) で動作検証

I 光学センサとの統合

- ・アクチュエータドライバの製作
- ・センサ読み出し回路の製作

エッジセンサ読み出し回路

- 必要数:18 動作確認済:**20** 材料調達数:25

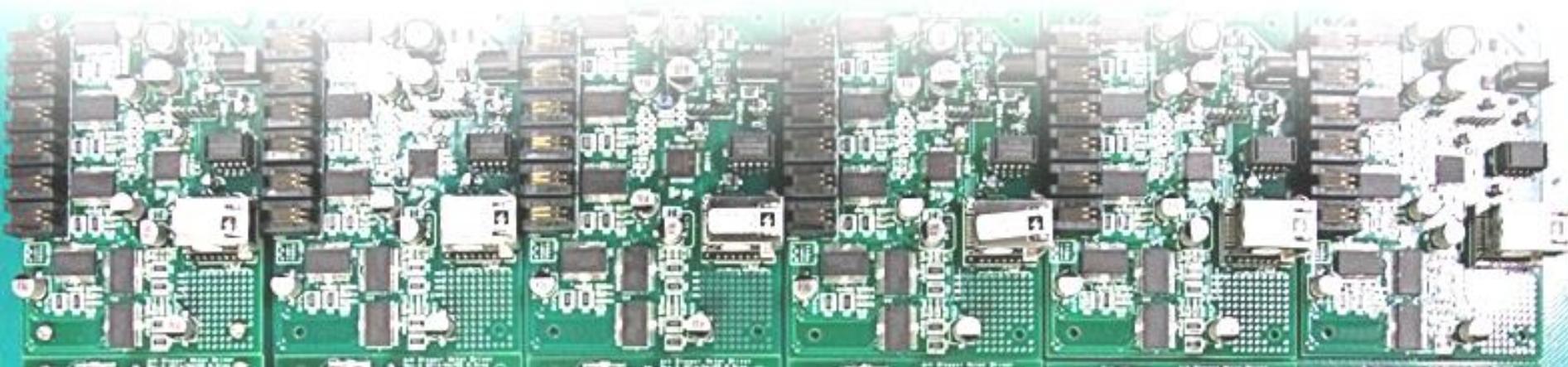
主鏡アクチュエータ用ドライバ回路

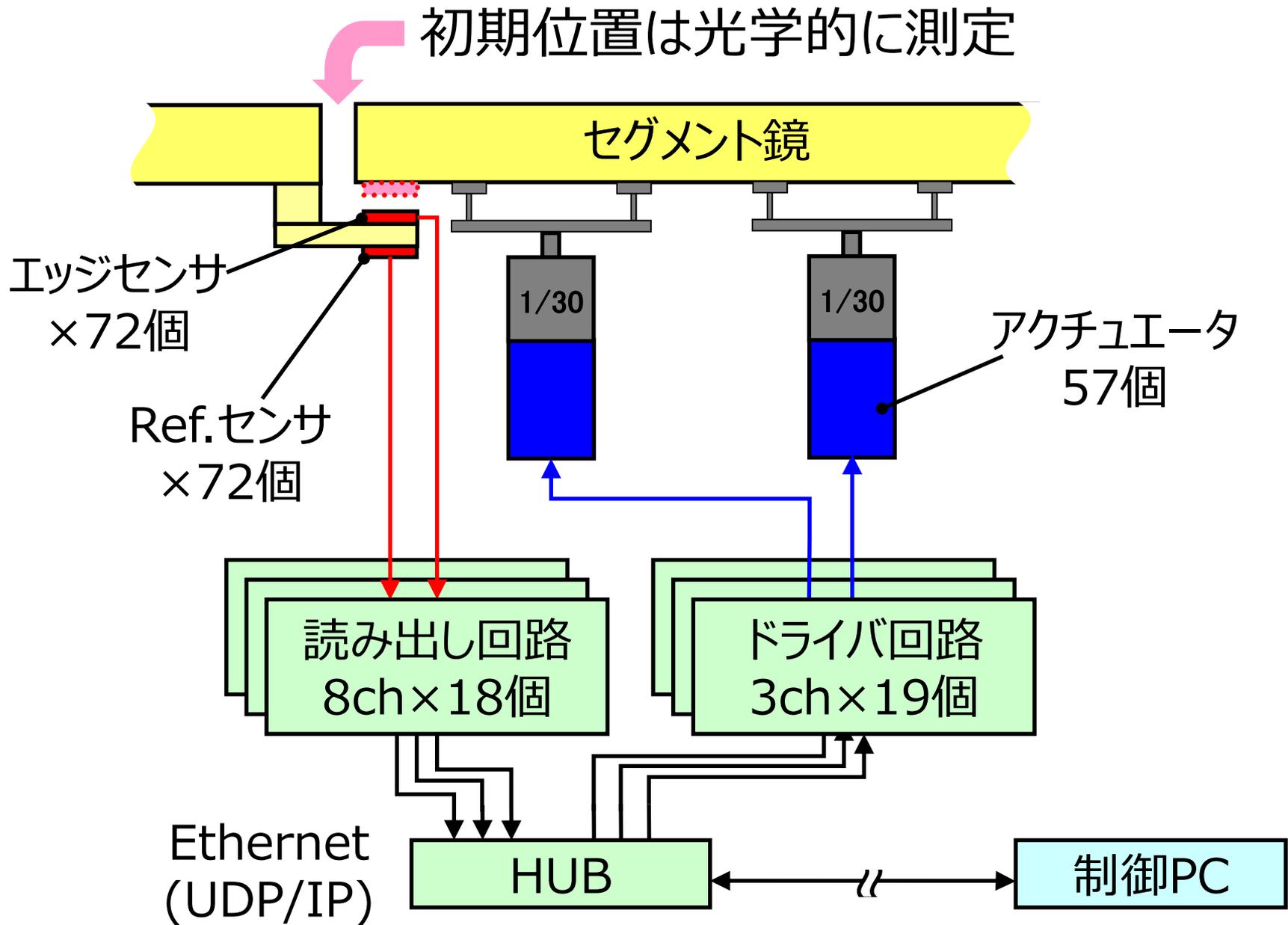
- // 19 // **10** // 25

ウォーピングハーネス用ドライバ回路

- // 18 // **18** // 25

進捗率～84%





構成要素

ネットワークHUB

ドライバBOX

制御PC

130mm

上位コントローラへ

- エッジセンサ×8
- WHアクチュエータ×6
- 主鏡アクチュエータ×3

前回：制御帯域～13Hzで動作 → 最適な制御パラメータの導出へ

開ループでの周波数特性を測定

実機相当の支持・駆動構造×2

- アルミ製ダミーセグメント

エッジセンサは仮設

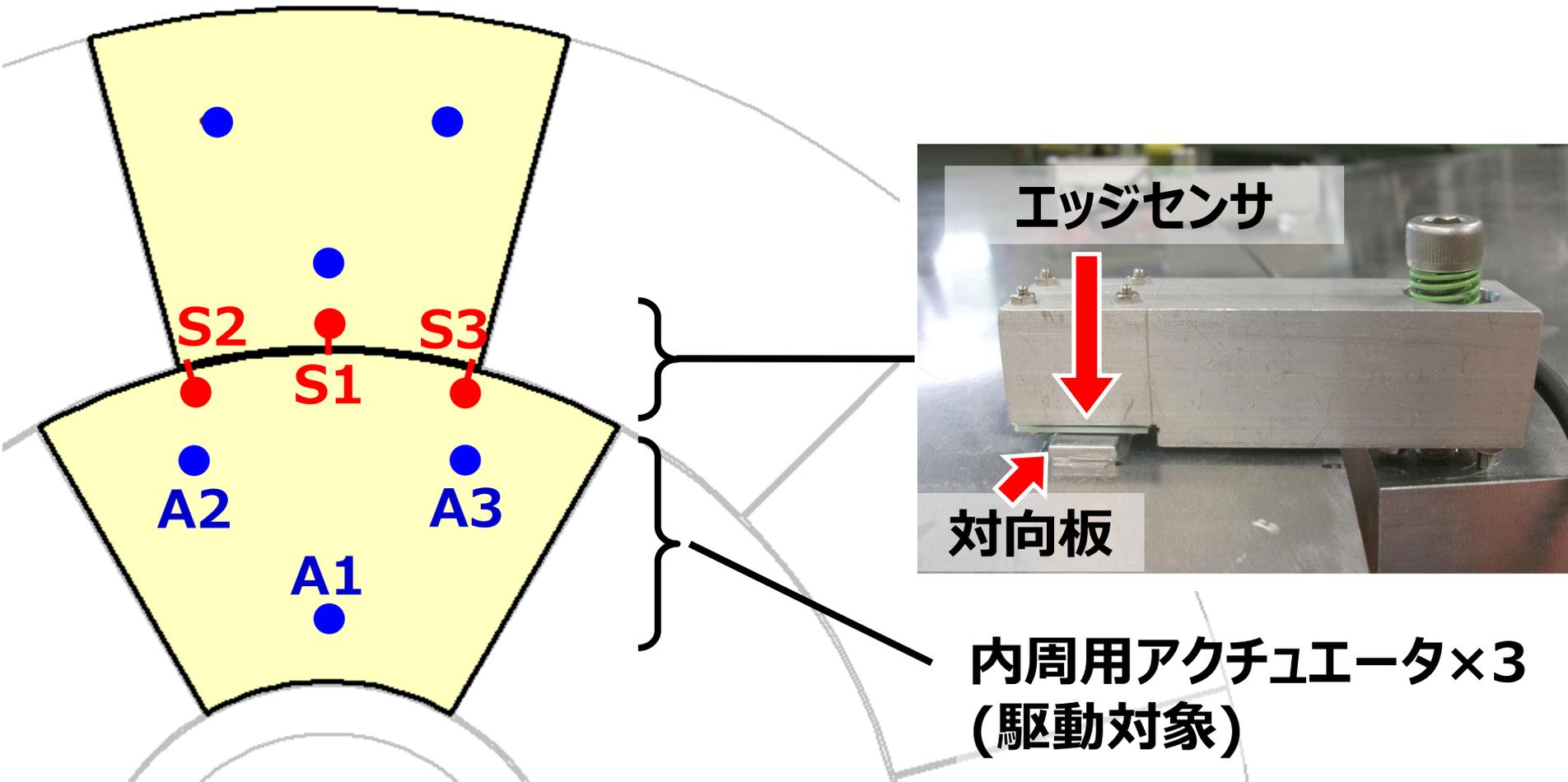
- アルミナセラミック基板
- アルミ製の支持腕
- 鏡面側に取り付け

全体を除振台に設置

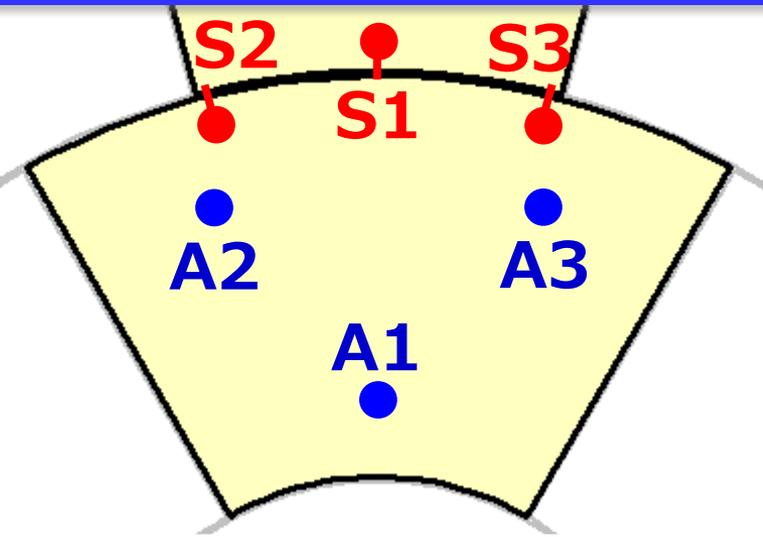


A1~3それぞれ正弦波で駆動 → S1~3をモニタ

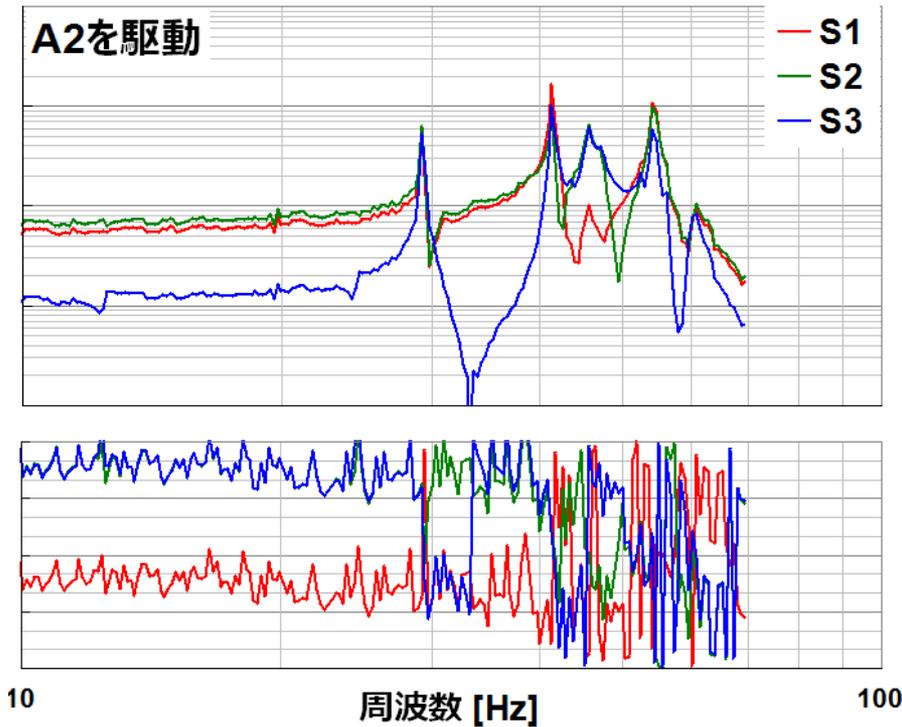
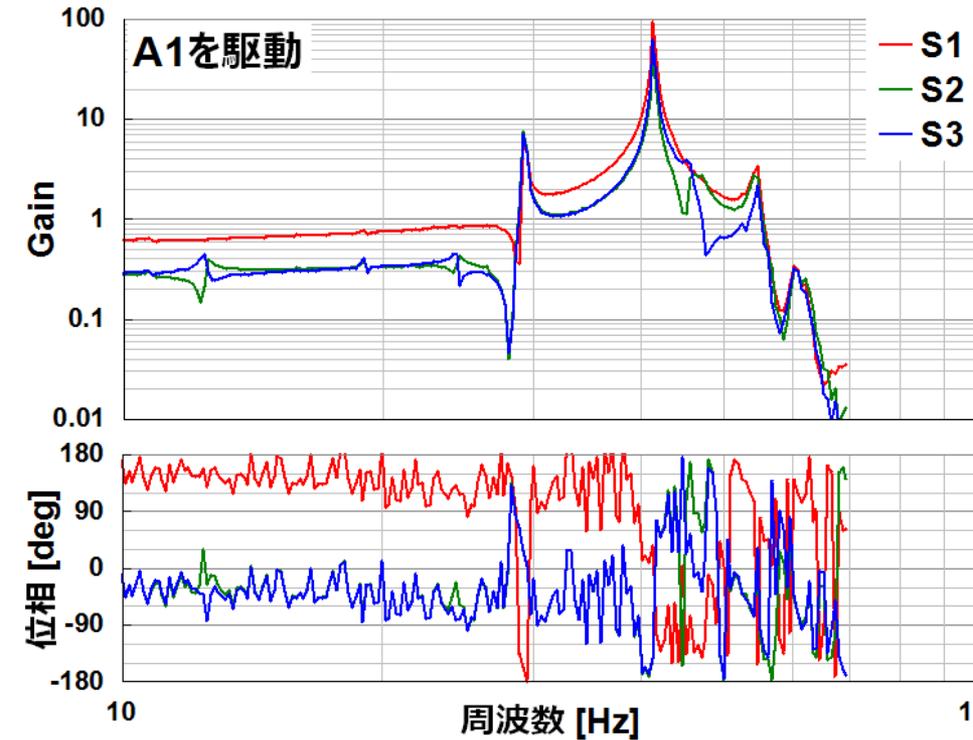
- 半振幅 : $0.1\mu\text{m}$
- 周波数 : $10\sim 70\text{Hz}$



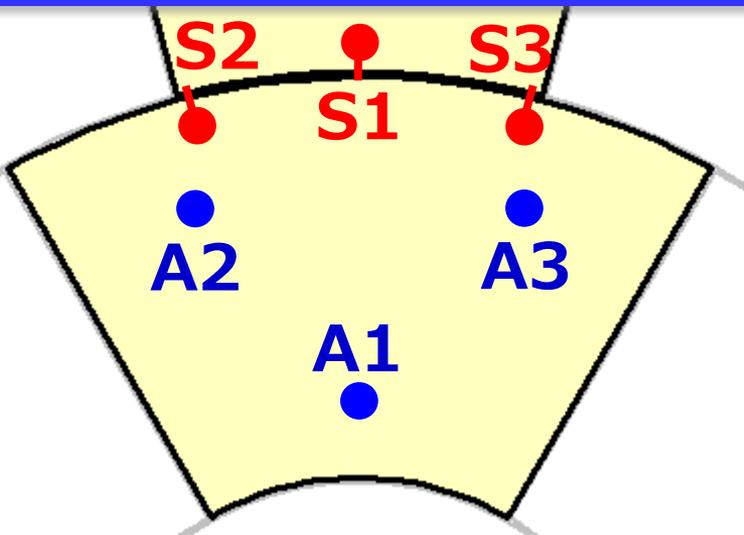
測定結果：センサ位置での変位



29, 41, 46, 54Hzに
顕著な共振点

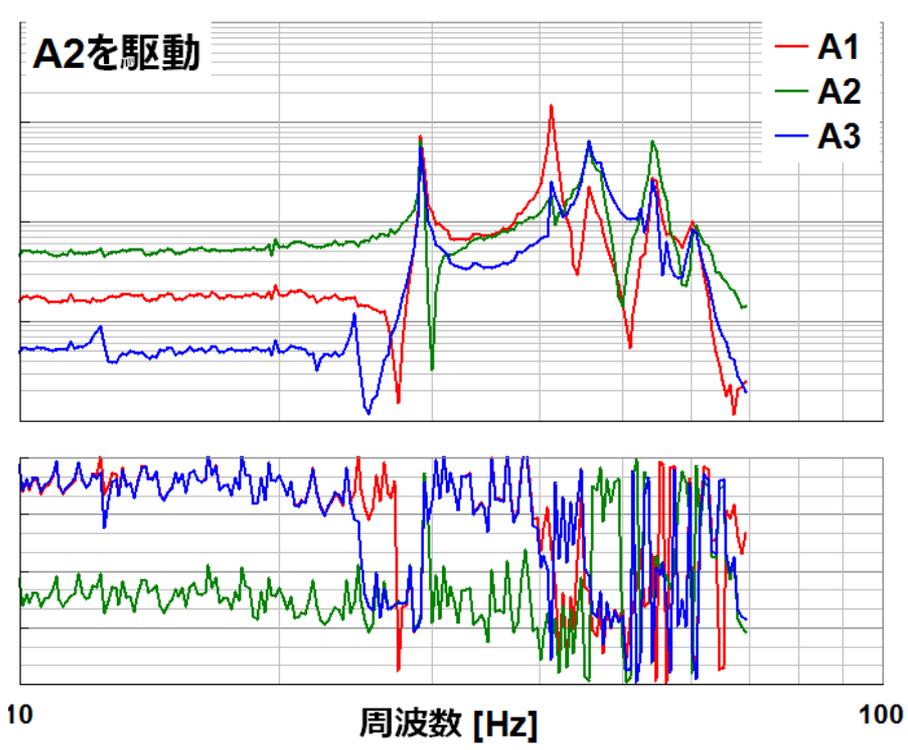
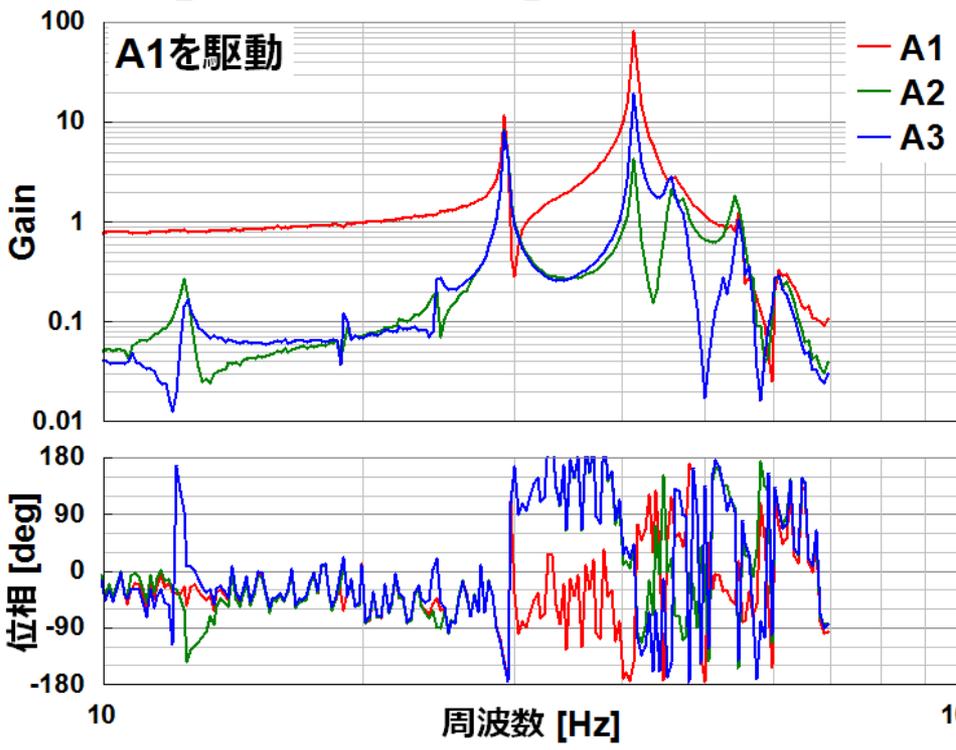


測定結果：アクチュエータ位置での変位

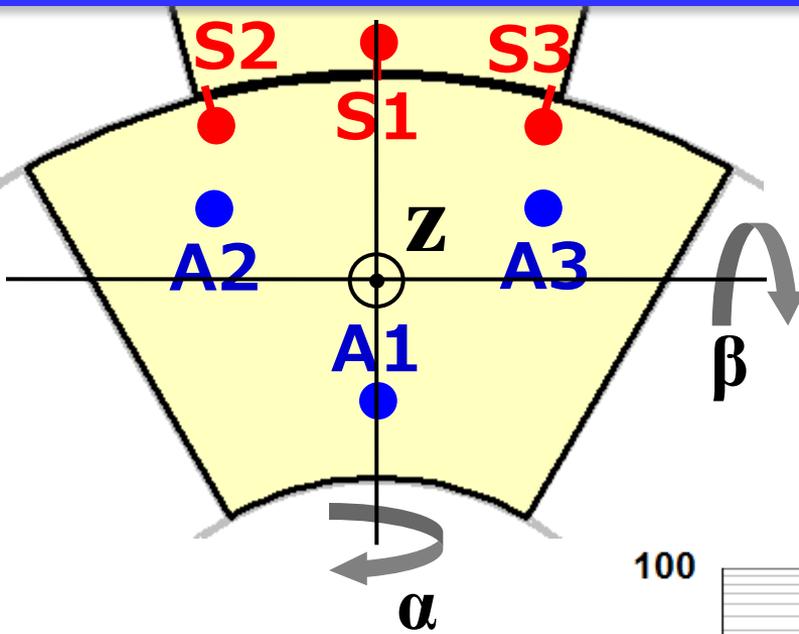


S1~3に変換行列を作用

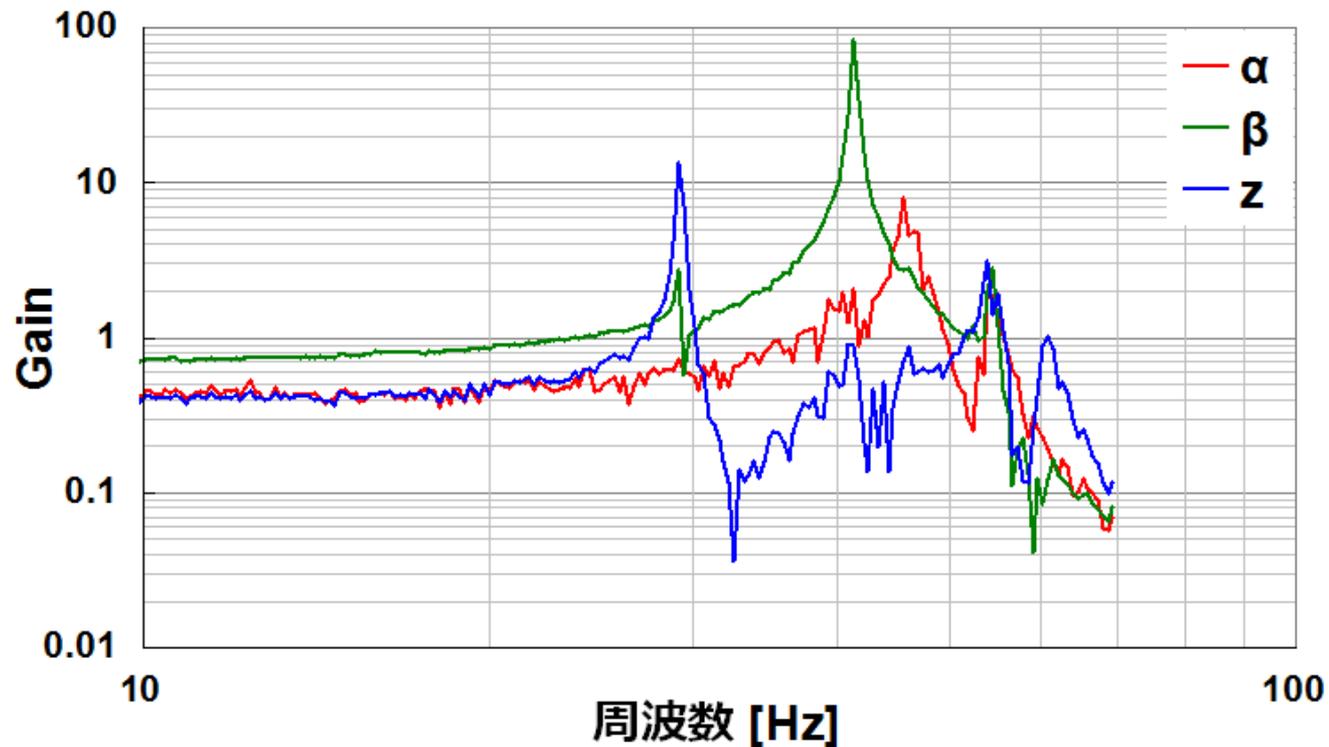
29Hz以上では
非干渉化できず



測定結果：運動モードに変換



- 対称軸まわりの傾斜 : $\alpha \cdots 46\text{Hz}$
- \uparrow と直交する傾斜 : $\beta \cdots 41\text{Hz}$
- 鏡面に垂直な並進 : $z \cdots 29\text{Hz}$



制御システムの配置

- 分割鏡支持構造の裏側に回路モジュール
+ ネットワークHUB×4 + 制御PC

開ループでの周波数特性

- 29Hz以上に複数の共振点
- 剛体の運動モード(傾斜2 + 並進1)に分離
→ モードごとにフィルタをかければ解決できそう

.....

開ループ特性をもとに制御プログラムを最適化