

KAGRAにおける腕共振器鏡の 大型防振装置の開発

発表者：奥富弘基（総研大天文）

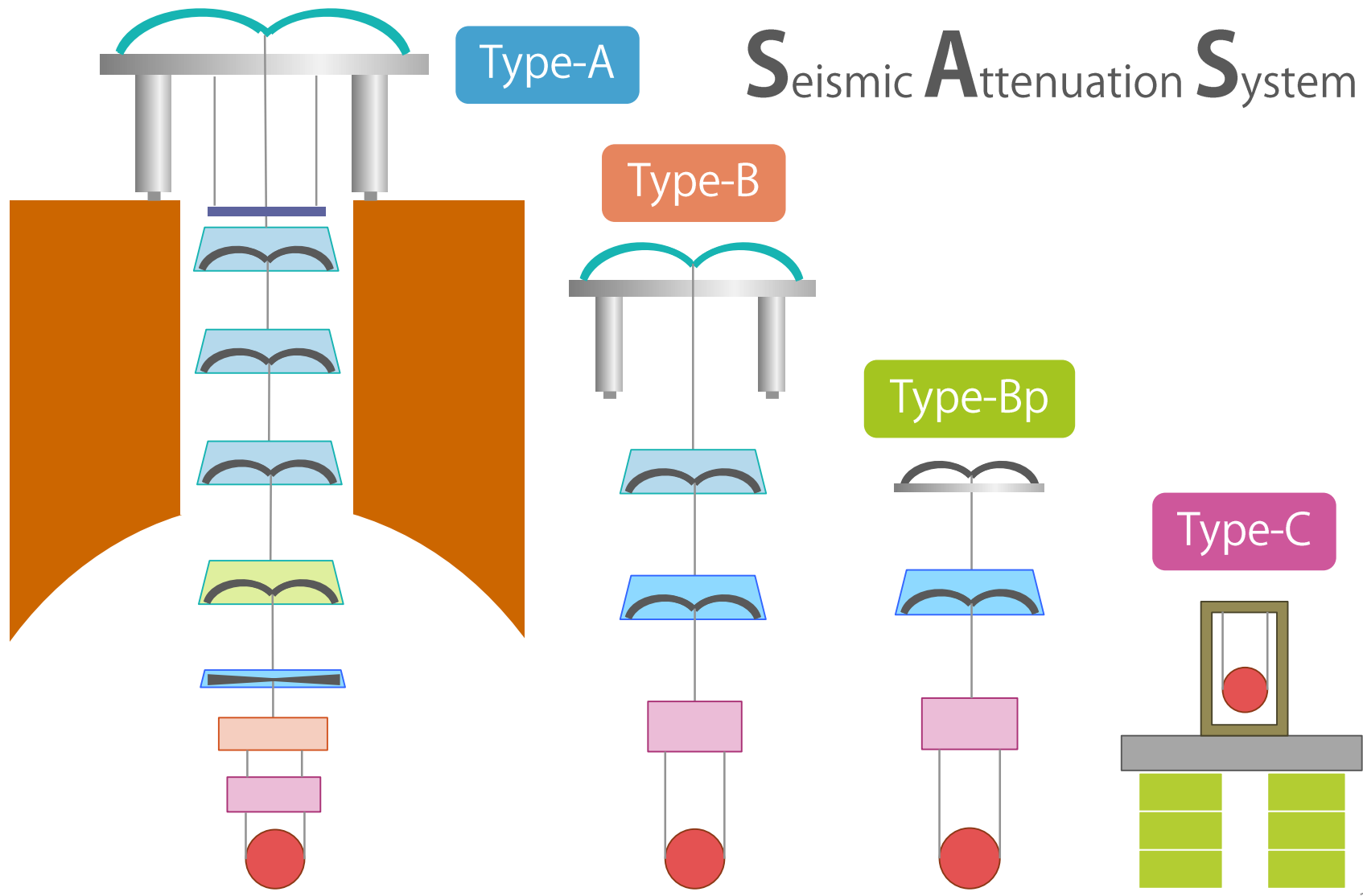
国立天文台^A, 東大宇宙線研^B, 東大天文^C, Univ. Sannio^D, INFN Rome^E, NIKHEF^F

高橋竜太郎^A, 石崎秀晴^A, 佐藤直久^A, 関口貴令^B, 正田亜八香^A, 藤井善範^C,
F. E. Pena Arellano^A, M. Barton^A, 平田直篤^A, 大淵喜之^A, 浦口史寛^A, 池之上文吾^A,
斎藤栄^A, 福嶋美津広^A, 阿久津智忠^A, 大石奈緒子^A, 麻生洋一^A, R. Flaminio^A,
山元一広^B, 内山隆^B, 宮川治^B, 上泉真裕^B, R. DeSalvo^D, E. Majorana^E, 我妻一博^F,
J. van Heijningen^F

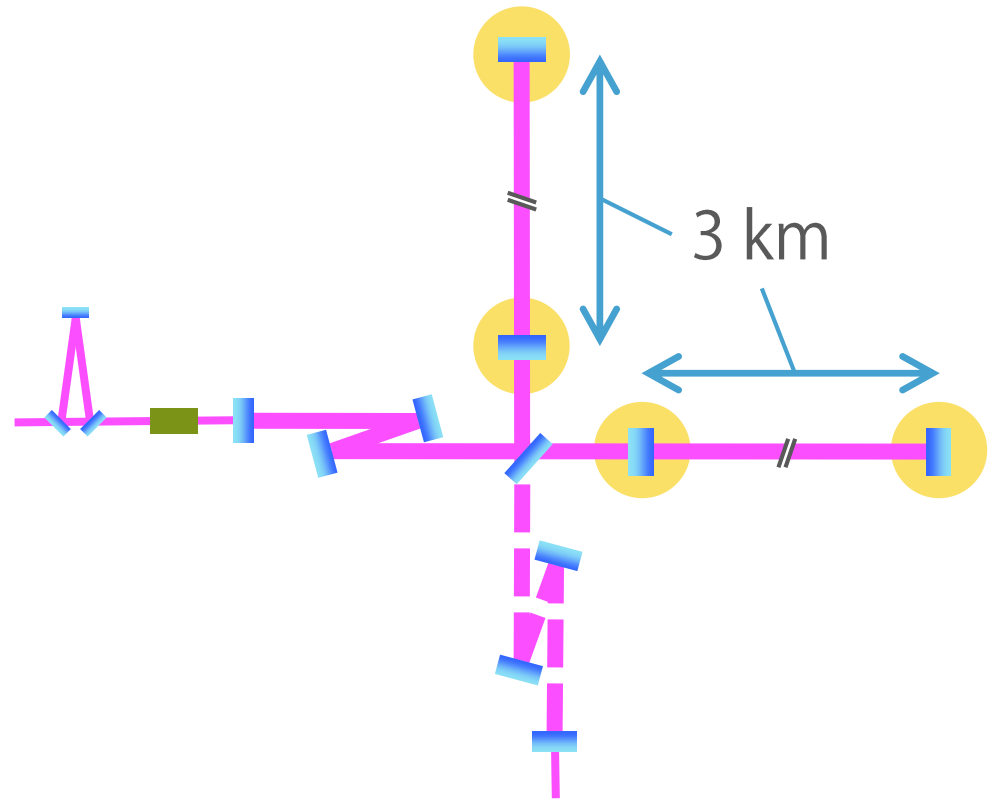
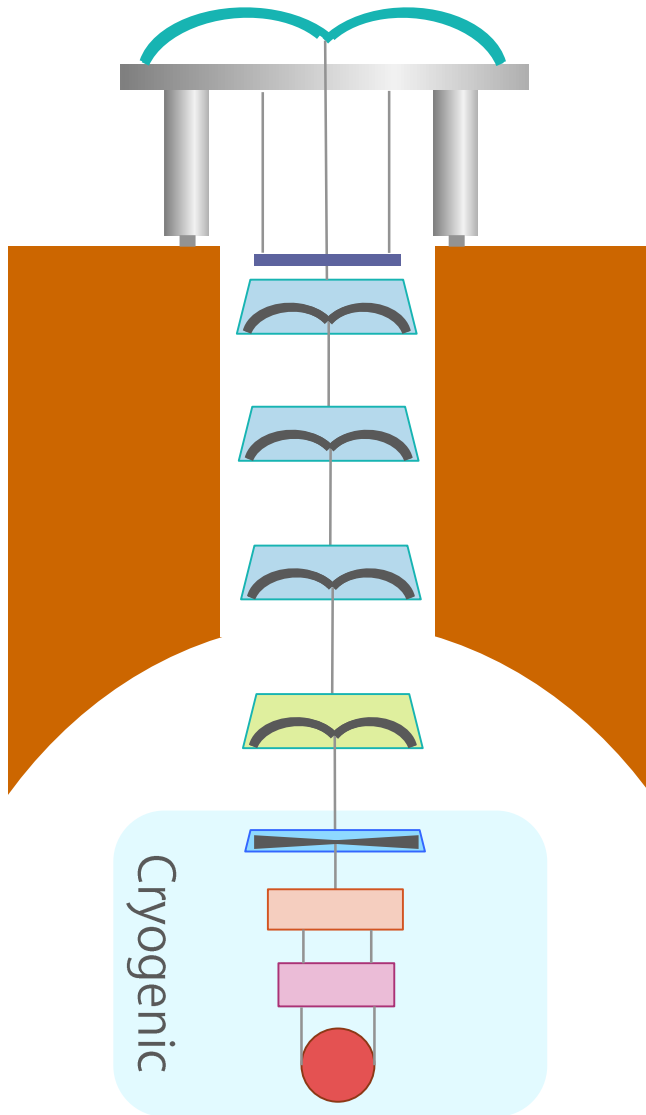
今回のお話

- Type-A SASについて
- ダンピング制御のモデル計算
- センサ/アクチュエータの性能評価

KAGRA の 鏡防振装置

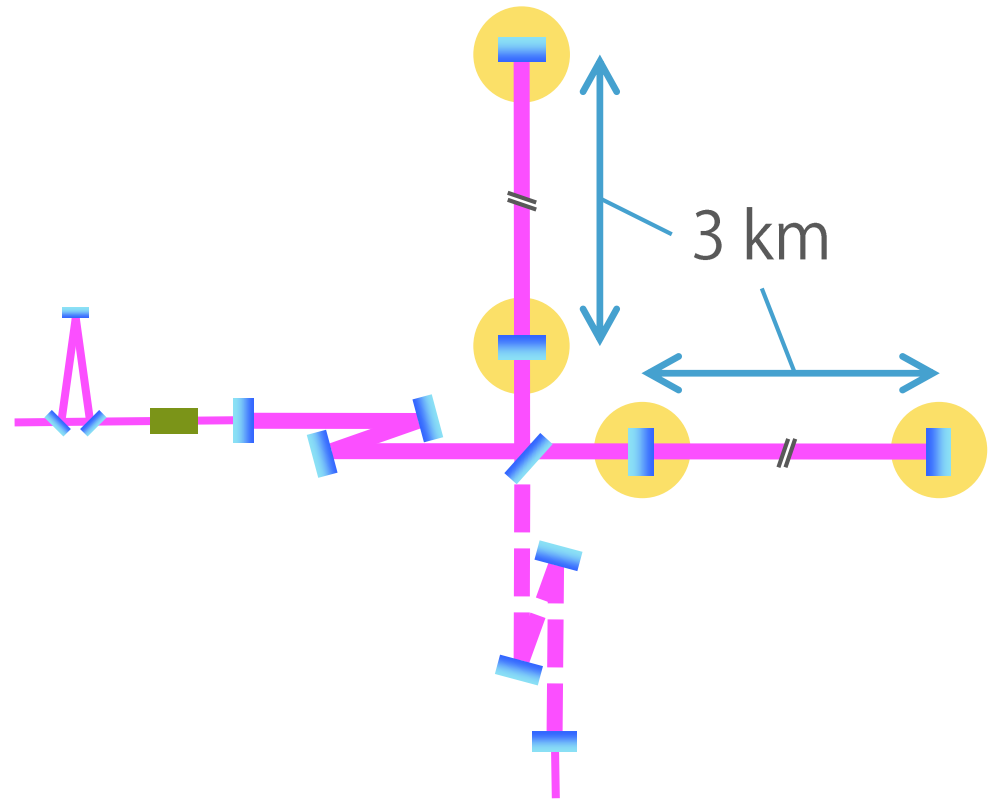


Type-A SAS



- 腕共振器鏡用の最大の防振装置
- この発表は特に常温部分のお話

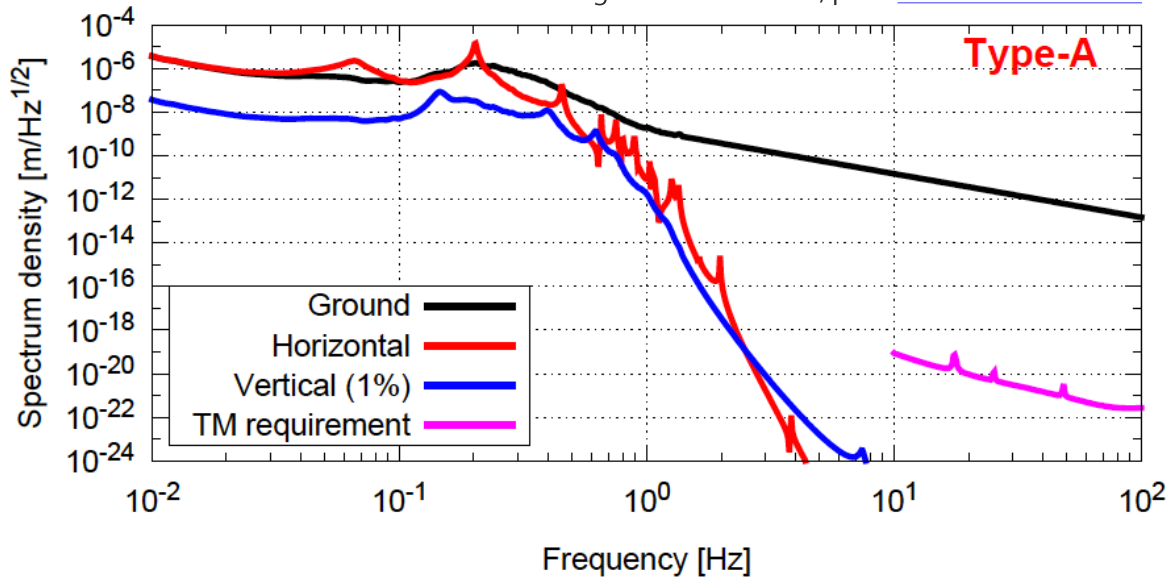
Type-A SAS



- 腕共振器鏡用の最大の防振装置
- この発表は特に常温部分のお話

Type-A SAS に対する要求

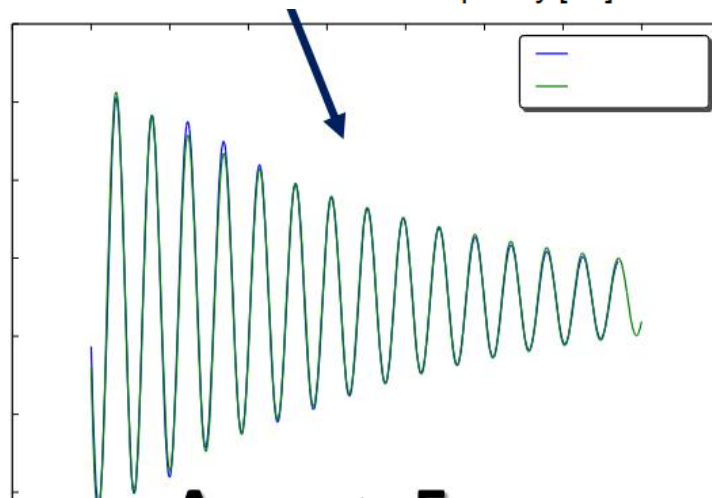
T. Sekiguchi Ph.D. Thesis, p.72: [JGW-P1504155-v15](#)



鏡変位雑音 @ 10 Hz

$< 1 \times 10^{-19} \text{ m/Hz}^{1/2}$

etc...

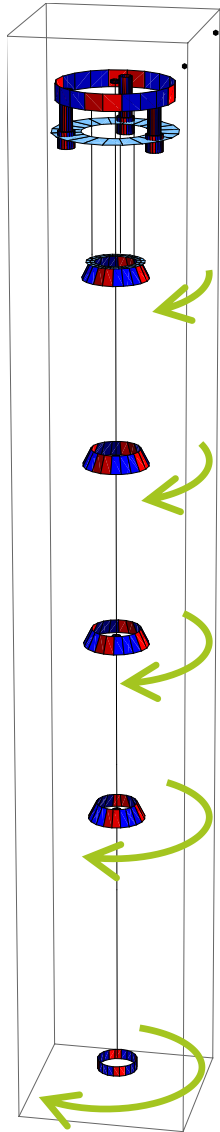


振動モードの減衰時間

$< 60 \text{ sec}$

➤ ダンピング制御

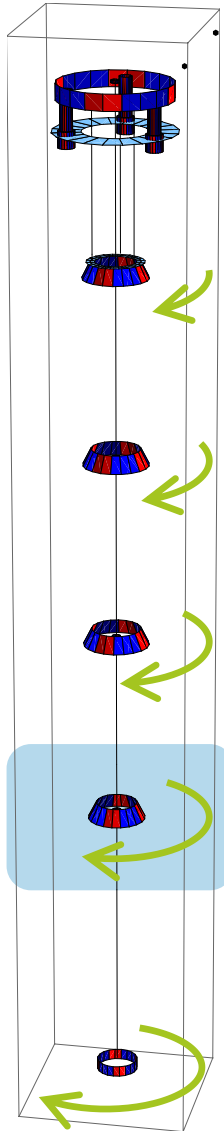
問題点



振り子全体のねじれ(Yaw)モード

- ダンピング制御が難しい

問題点



振り子全体のねじれ(Yaw)モード

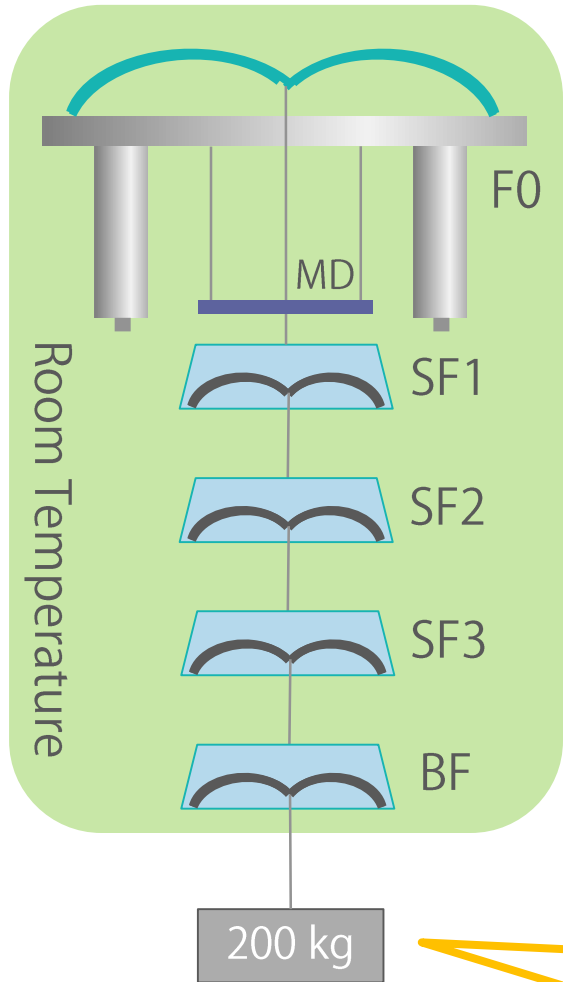
➤ ダンピング制御が難しい

この段にセンサ/アクチュエータを追加してダンピングできないか？

やったこと:

1. モデル計算によるダンピング制御
2. センサ/アクチュエータ(prototype)の性能評価

SASのモデル計算



SUMCON

JGW SUMCON

検索

- 剛体モデル計算ツール

MATLAB + Simulink

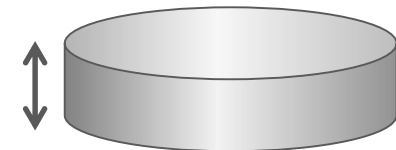
- Control System Toolbox
- 制御系含む状態空間モデル

※ 最新版は [KAGRA Wiki > SVN > VIS](#) にて共有

Dummy Mass

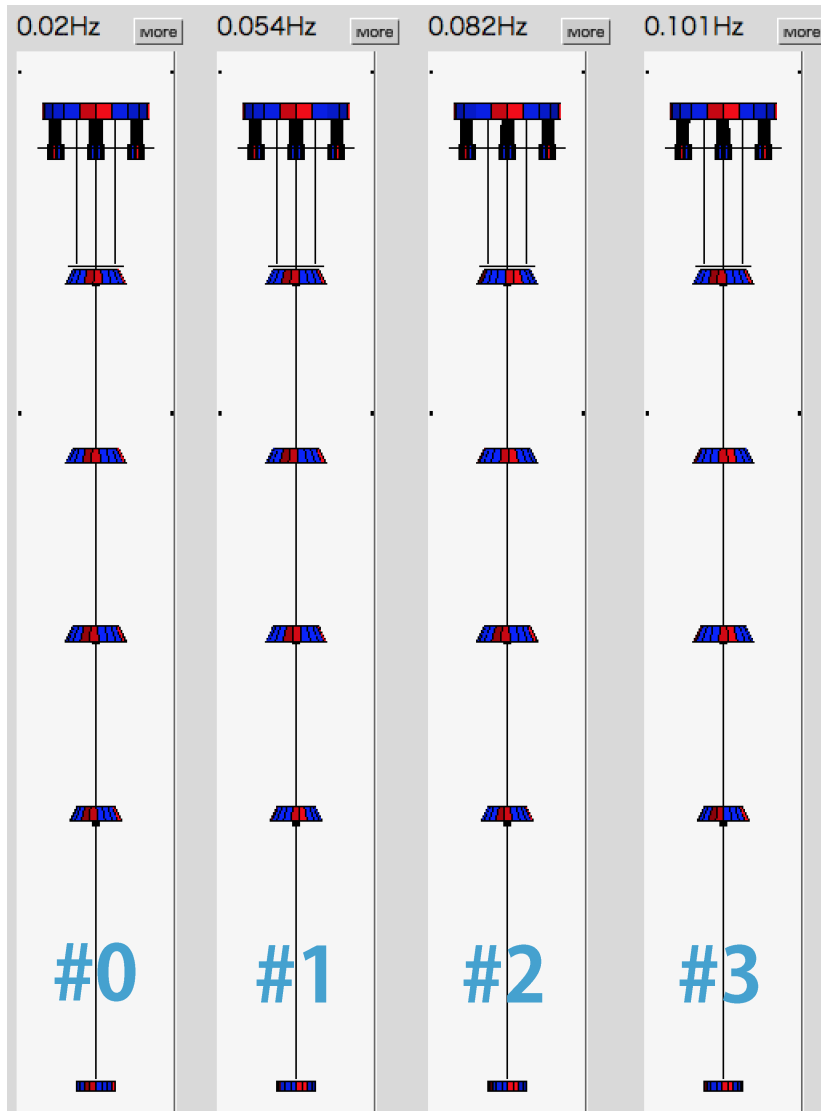
- 円筒形
- ステンレス製:
7.8 g/cm³

Φ = 500 mm



$h = 130 \text{ mm}$

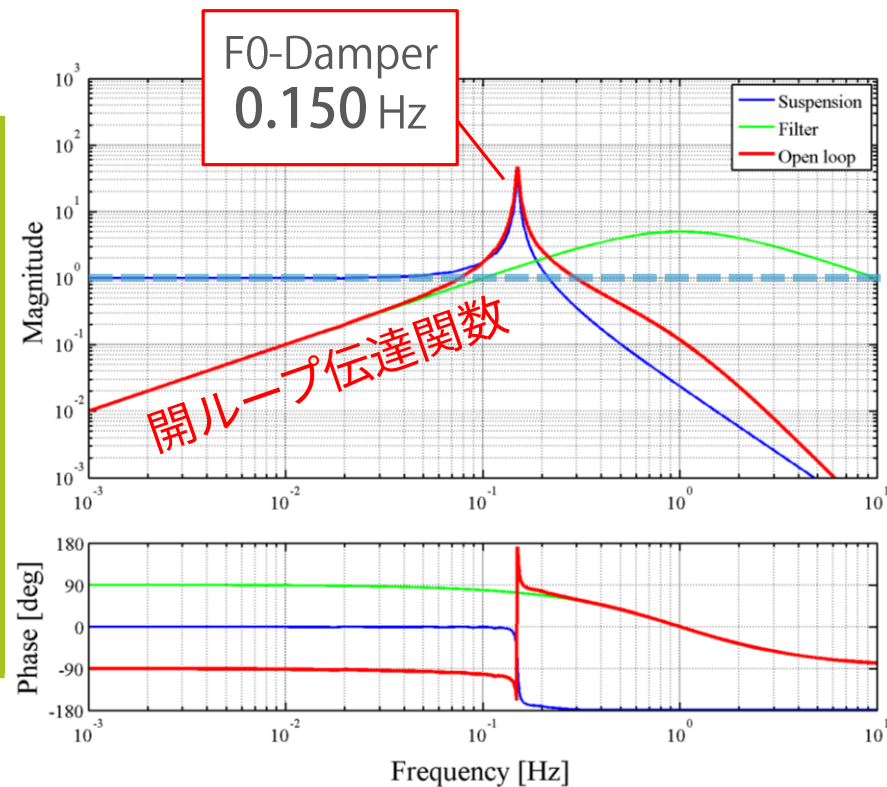
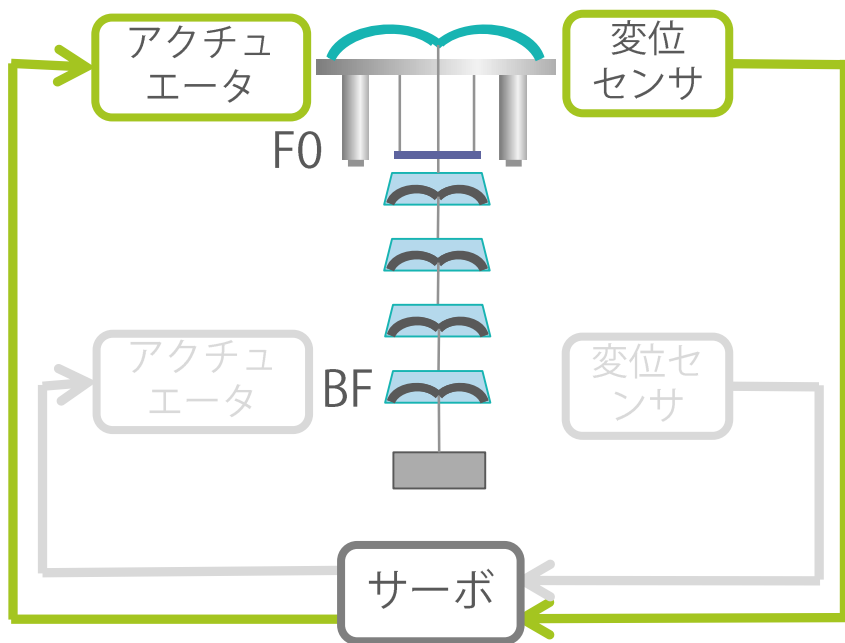
Yaw 固有モード



問題となるYawモード

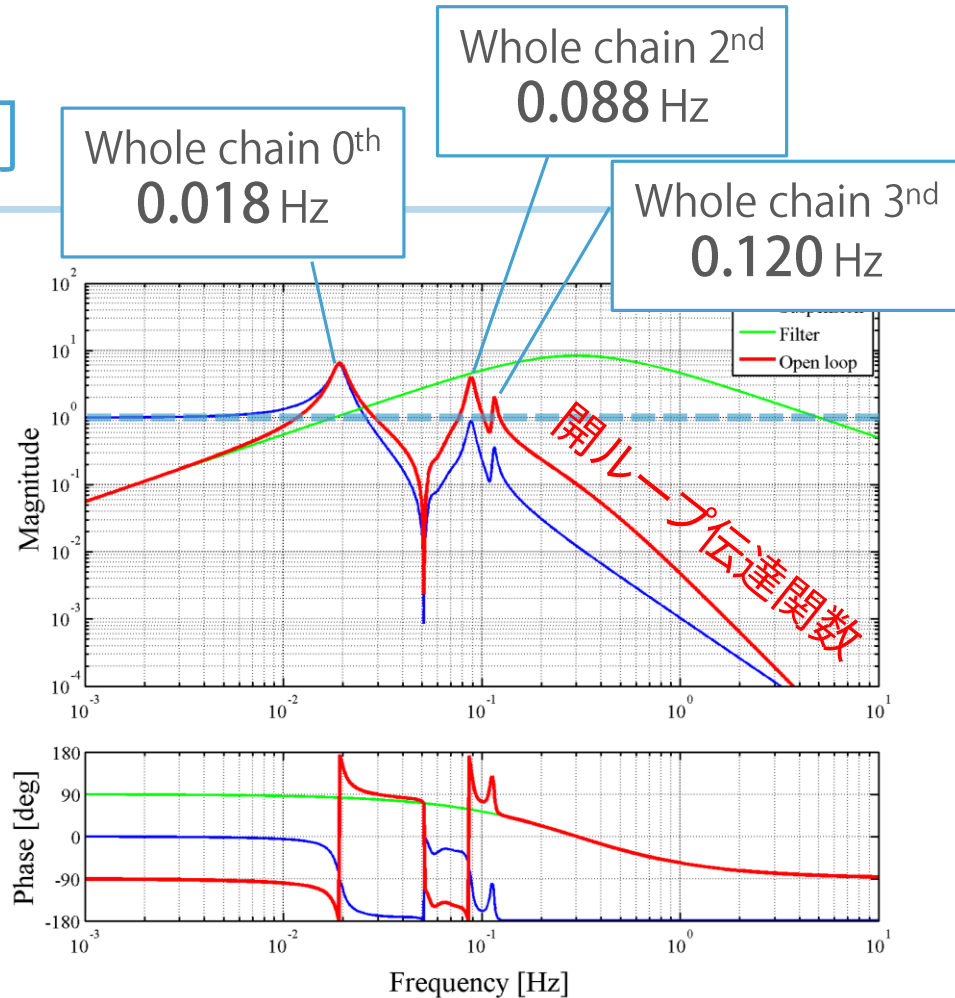
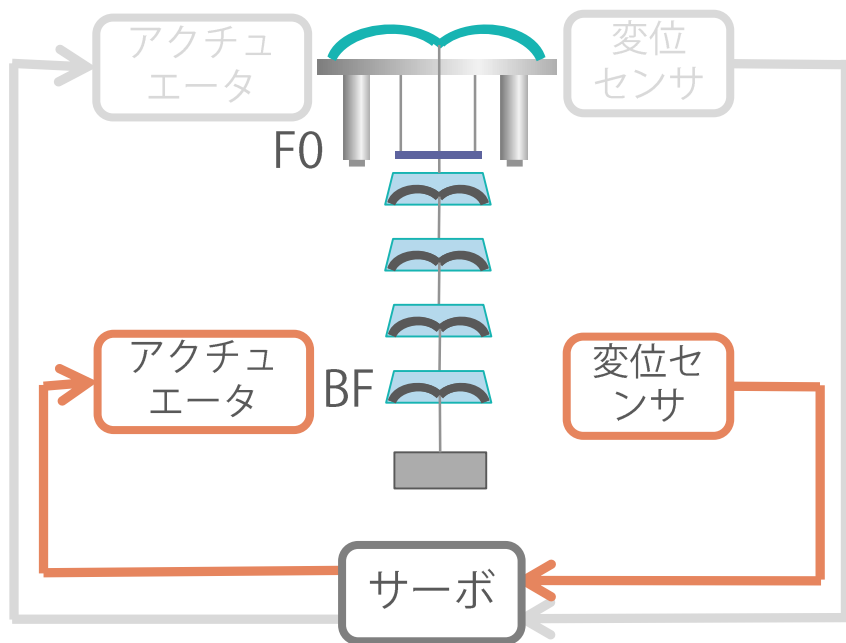
- #0: 0.02 Hz
- #1: 0.054 Hz
- #2: 0.082 Hz
- #3: 0.101 Hz

F0 ステージの制御



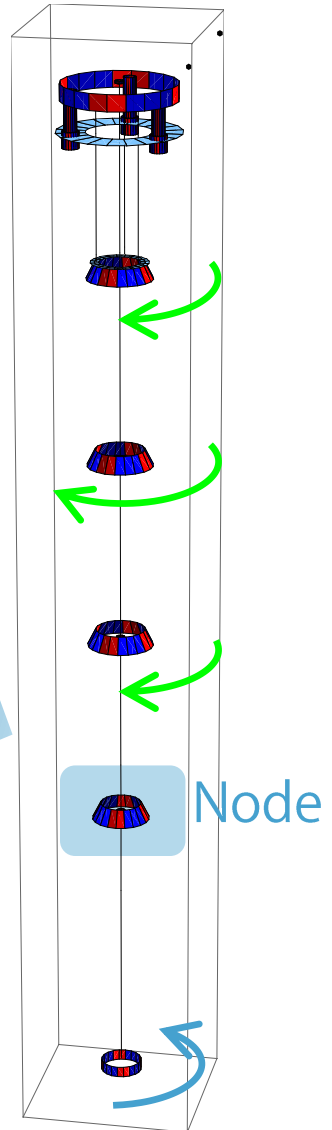
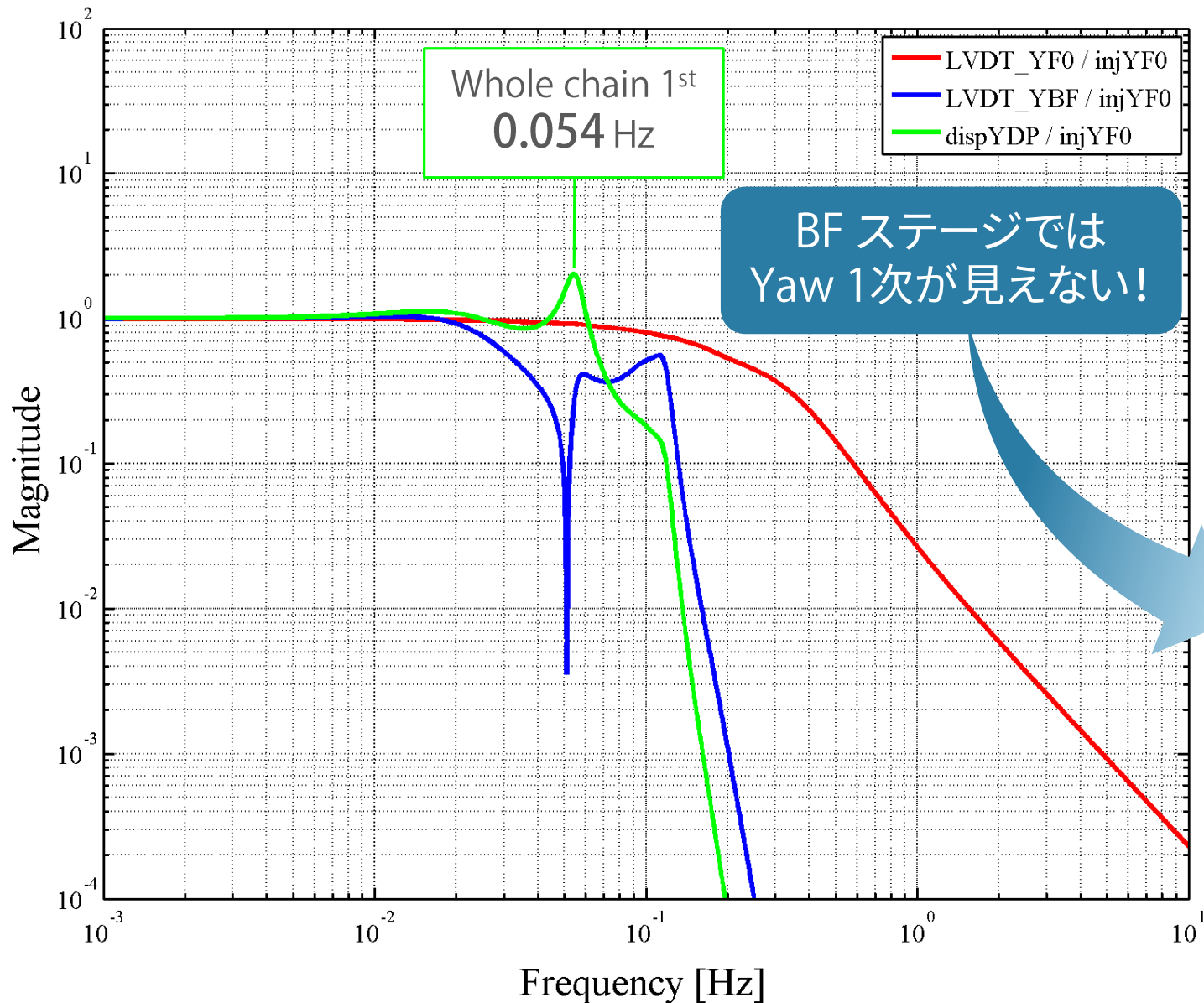
➤ Yaw モードは見えない

BF ステージの制御

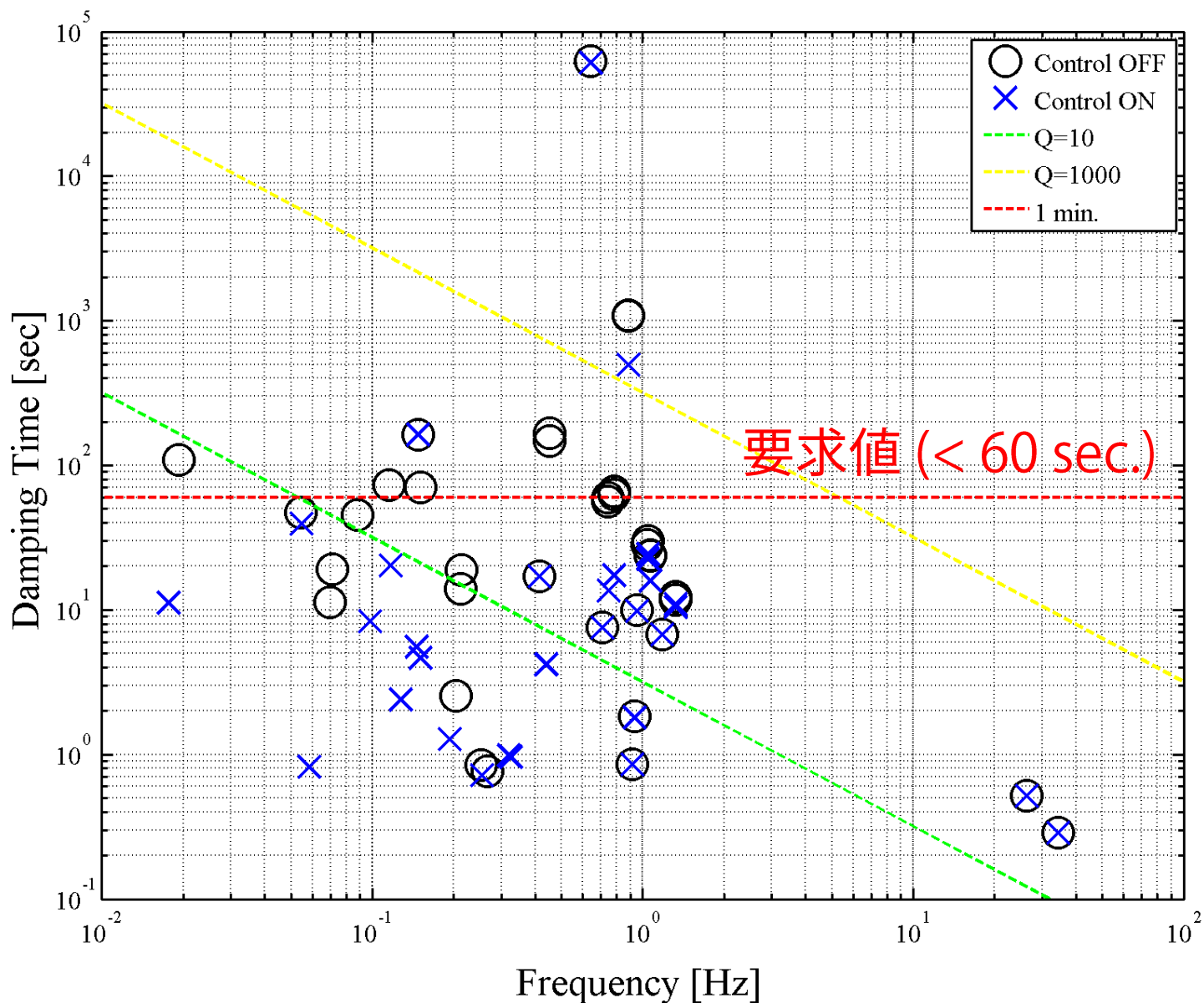


➤ Yaw モードの振動を制御可能

Closed-loop Gain (YF0 act.)



振動モードの減衰時間 (F0 + BF 制御)

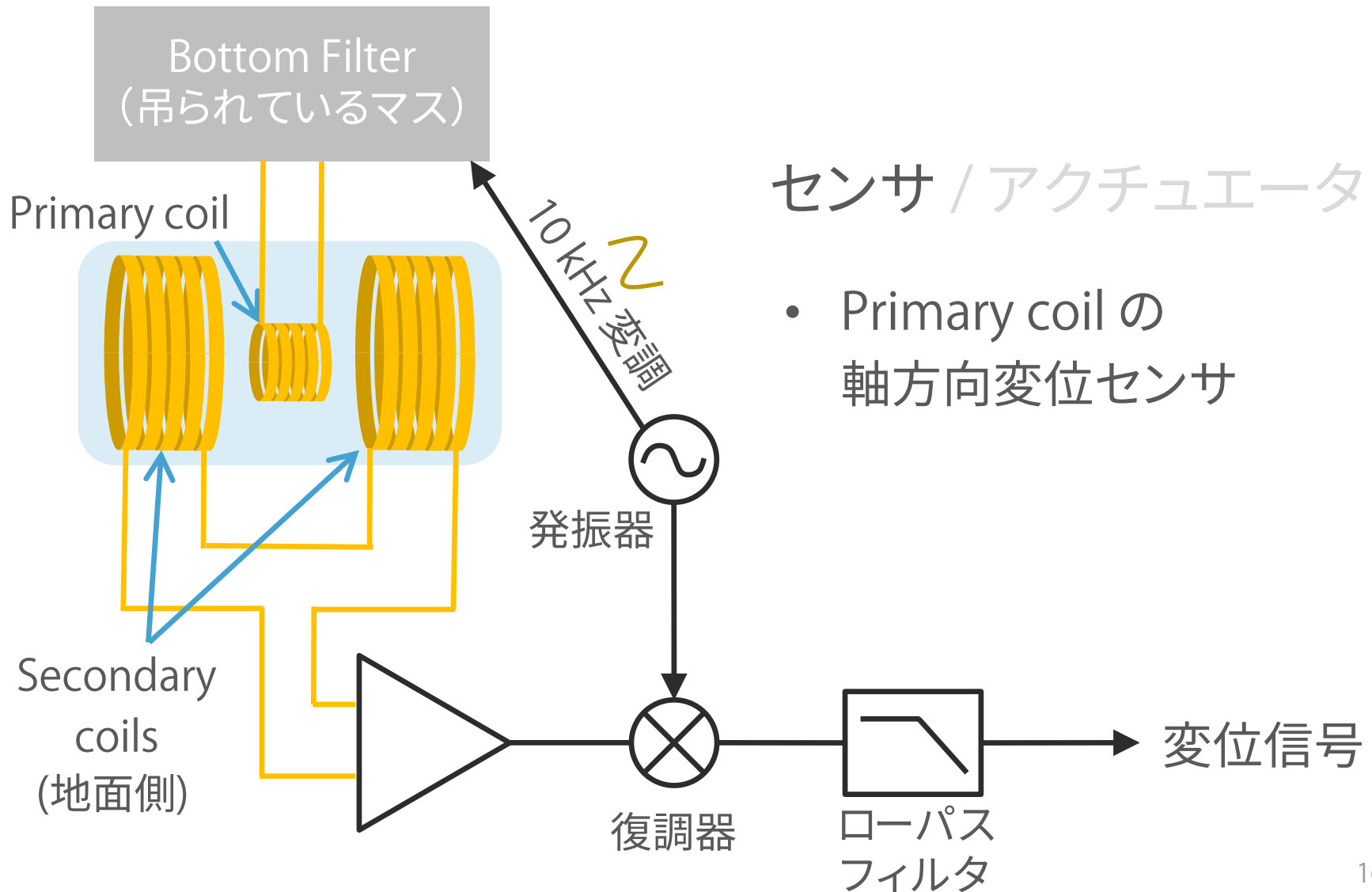


BFステージにセンサ/アクチュエータを付ければYawモードを制御できる

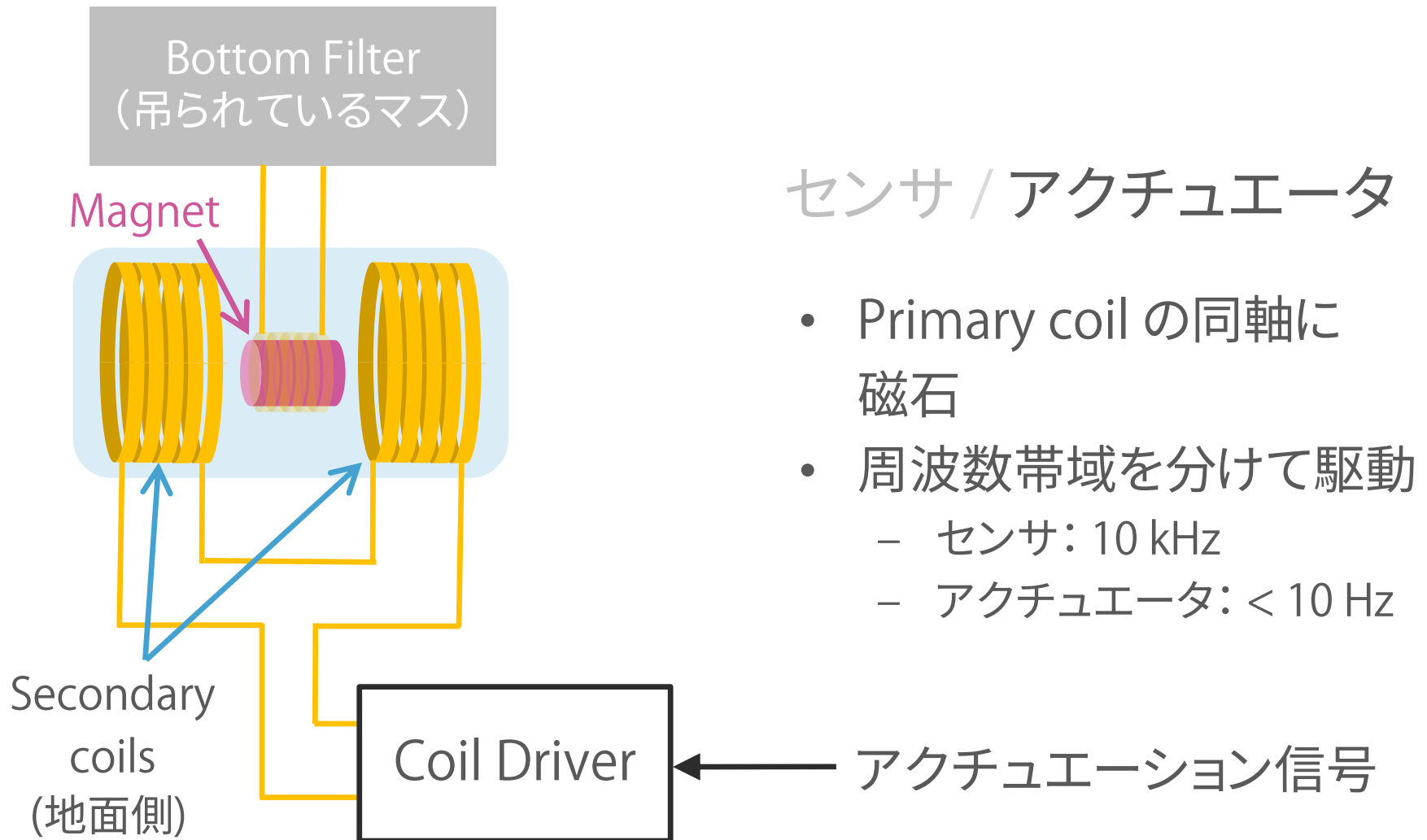


Bottom Filter LVDT

Bottom Filter LVDT



Bottom Filter LVDT



センサ / アクチュエータ

- Primary coil の同軸に磁石
- 周波数帯域を分けて駆動
 - センサ: 10 kHz
 - アクチュエータ: < 10 Hz

BF LVDT 性能評価

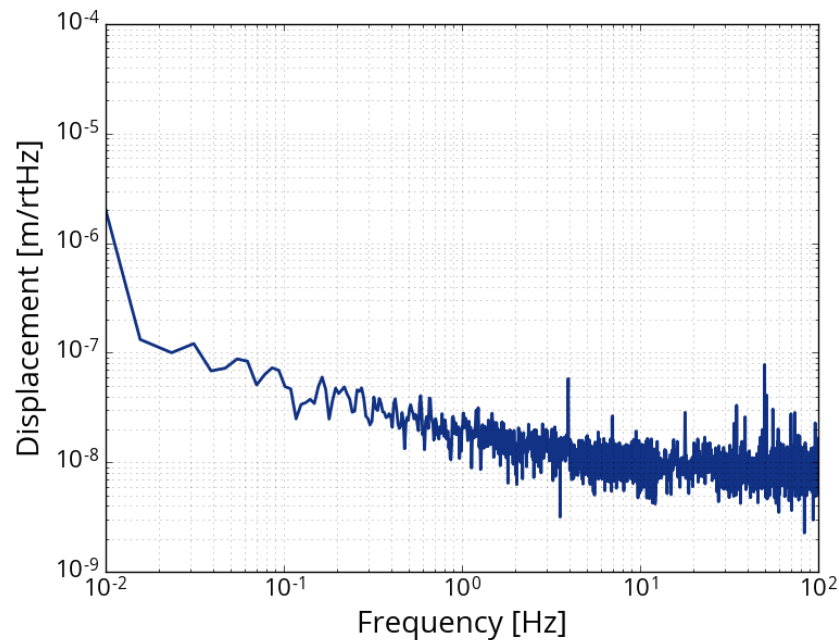
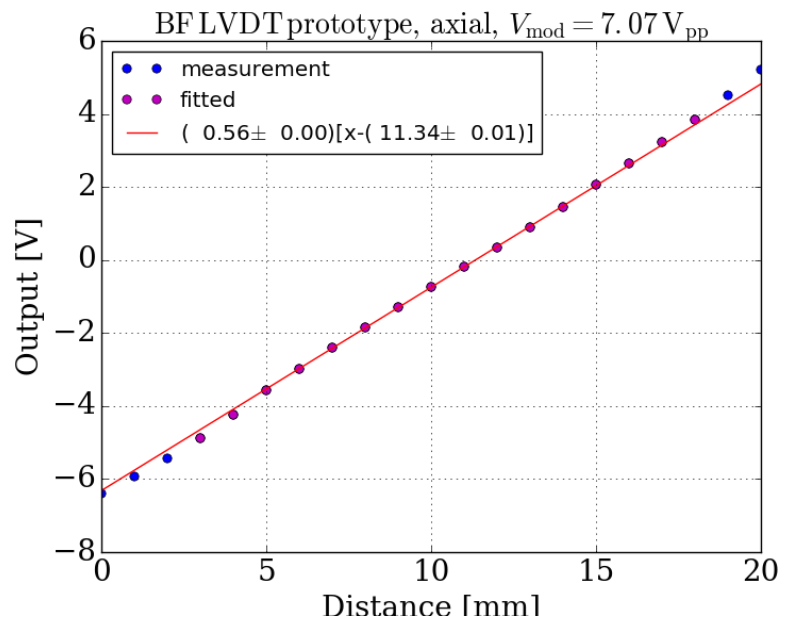
センサ

- Calibration
- Noise
- Coupling

アクチュエータ

- Calibration
- Range
- Noise

結果と要求値の比較



まとめ

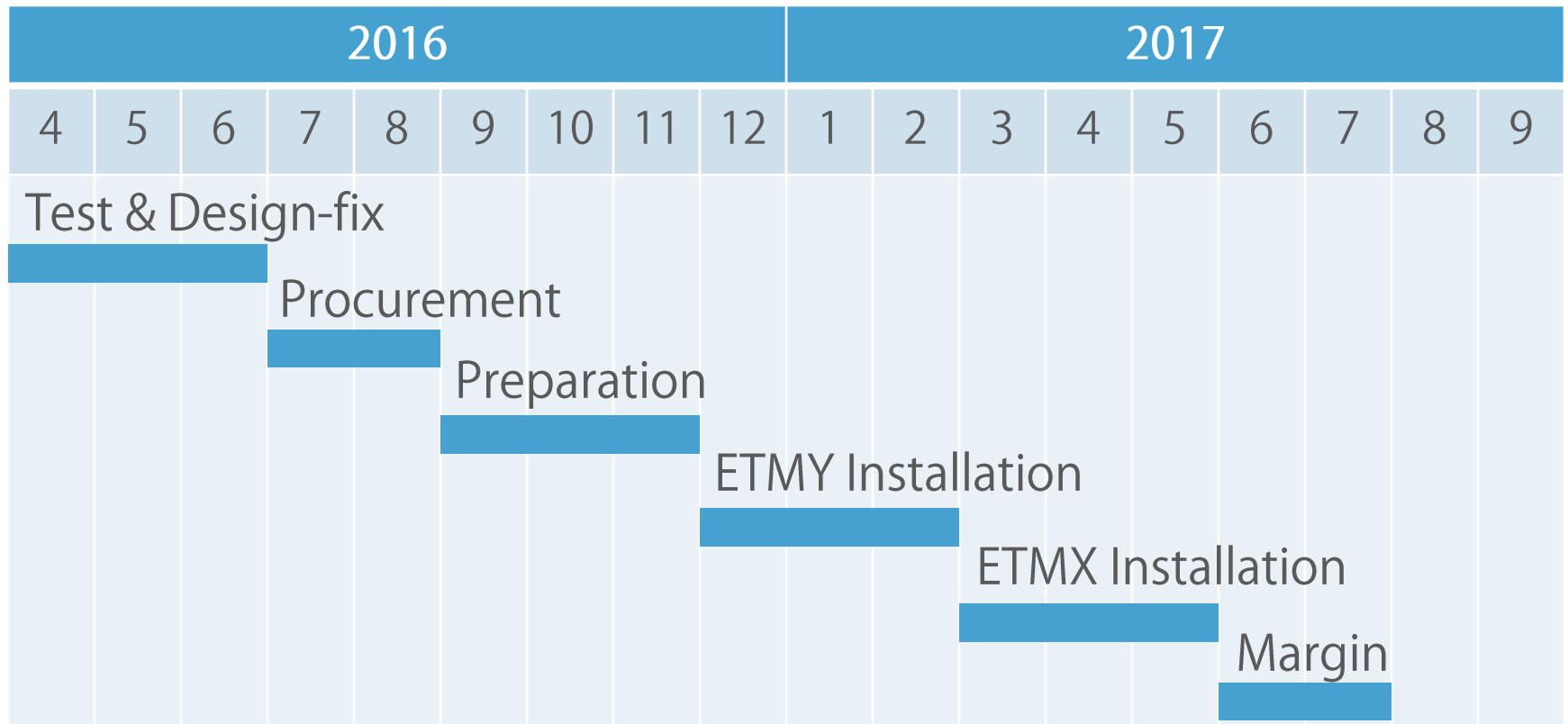
Type-A SAS のインストール準備・制御系のデザインを進めている

やったこと

- モデル計算によるYawモードのダンピング制御
- BF LVDT プロトタイプの性能評価

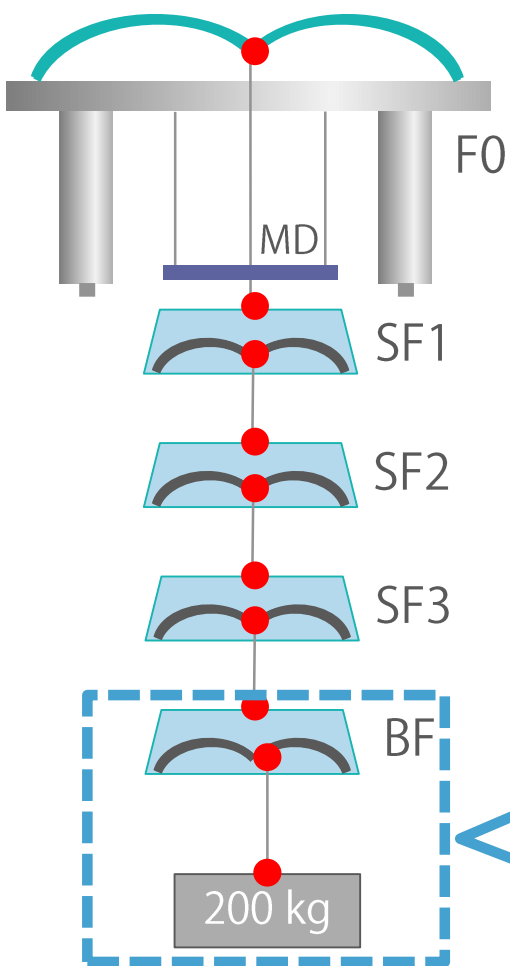
Backup Slides

インストール予定



After installations of Type-A room-temperature parts,
Cryopayloads are integrated

Yaw振動スペクトルの計算方法



各懸架点にオフセット

➤ 並進地面振動からYaw回転へcouple

