

重力波望遠鏡KAGRAの 低温動作に向けた主干涉計開発

道村唯太

東京大学 大学院理学系研究科 物理学専攻

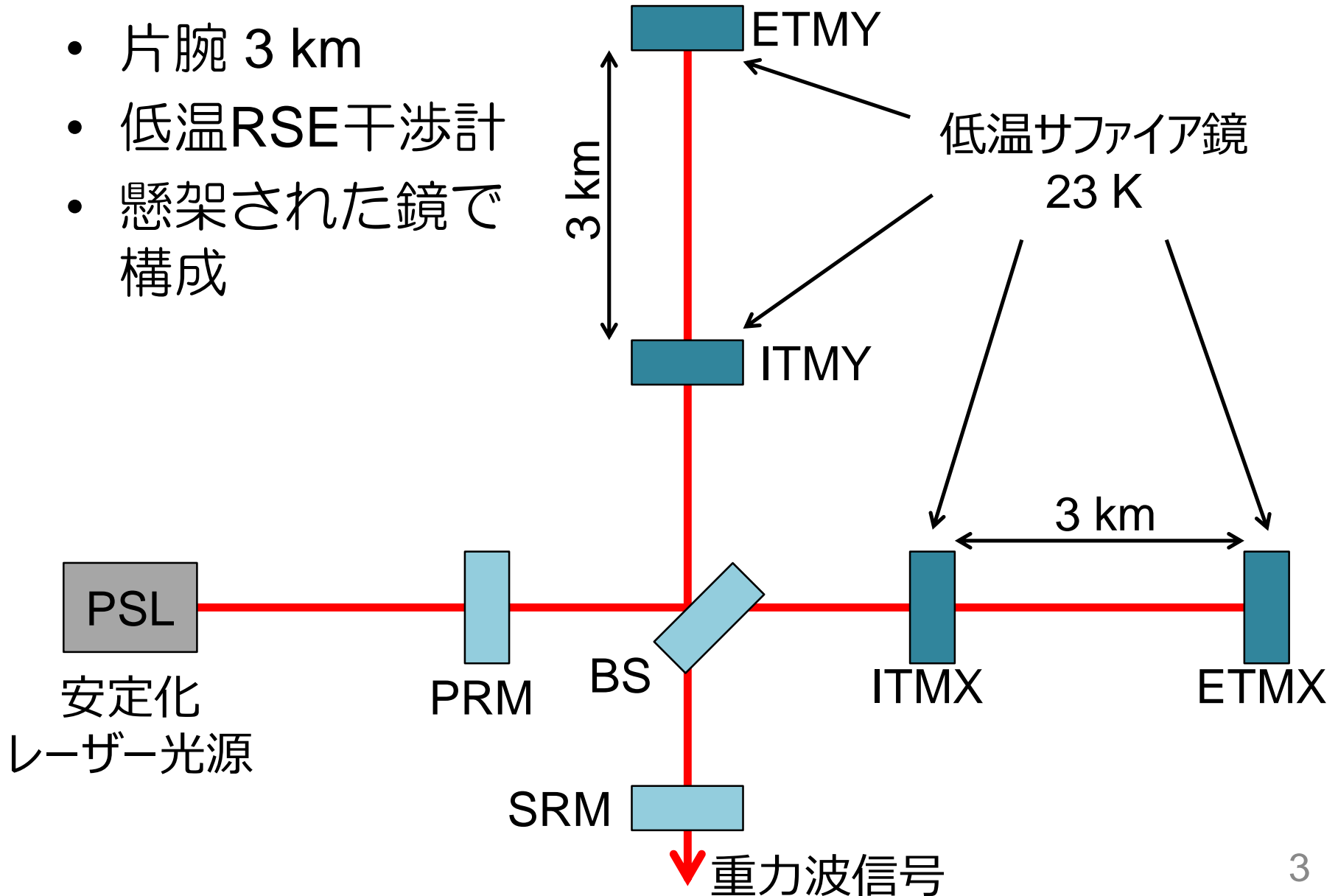
麻生洋一、下田智文、正田亜八香、
奥富弘基、宮本昂拓、田中宏樹

概要

- KAGRAはレーザー干渉計型重力波望遠鏡
- 高感度で動作させるためには鏡間の距離の高精度な制御が必要
- そのために必要な鏡のアクチュエータを設計した
アクチュエータ雑音、磁場雑音
制御のために十分なレンジ

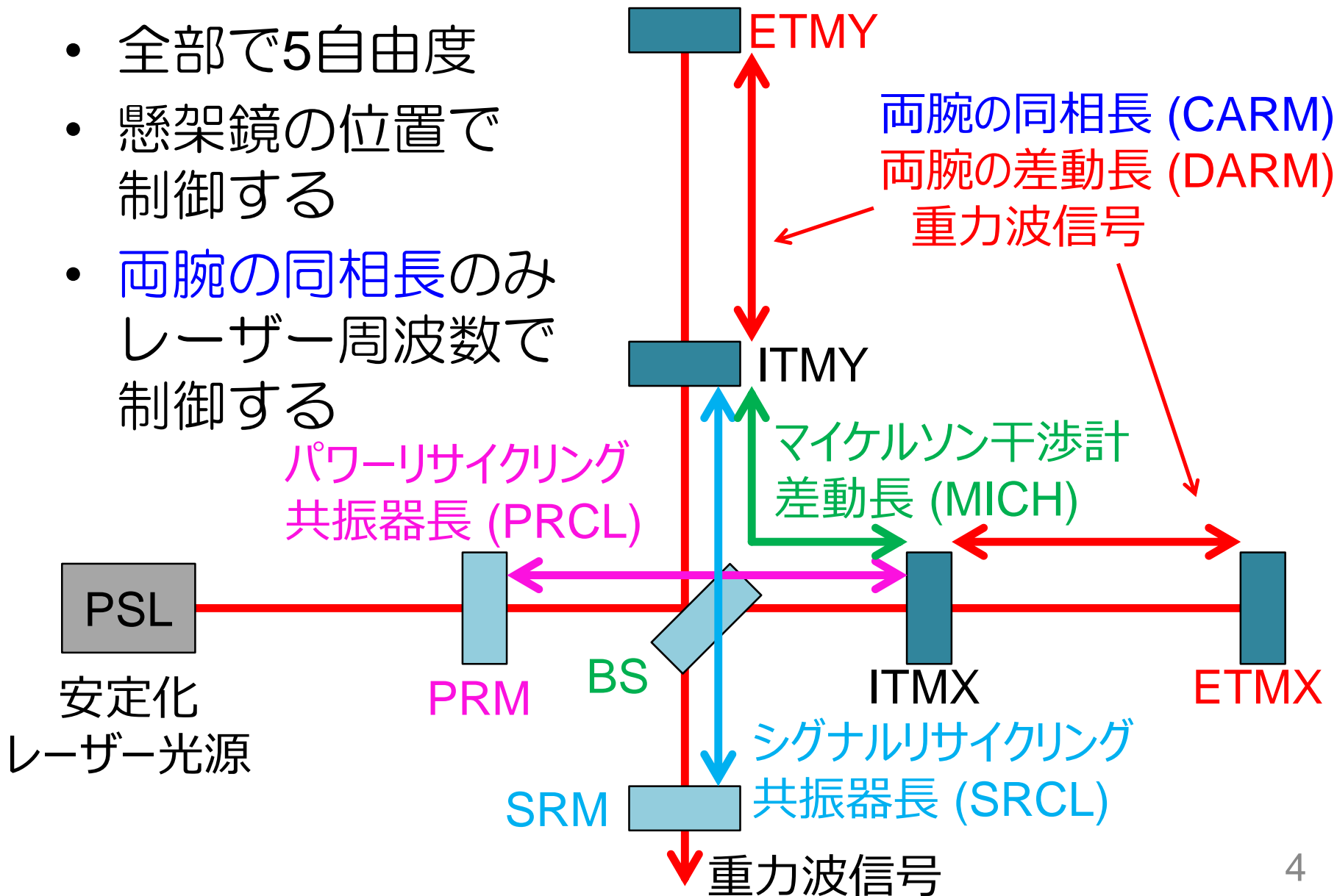
KAGRAの主干渉計構成

- 片腕 3 km
- 低温RSE干渉計
- 懸架された鏡で構成



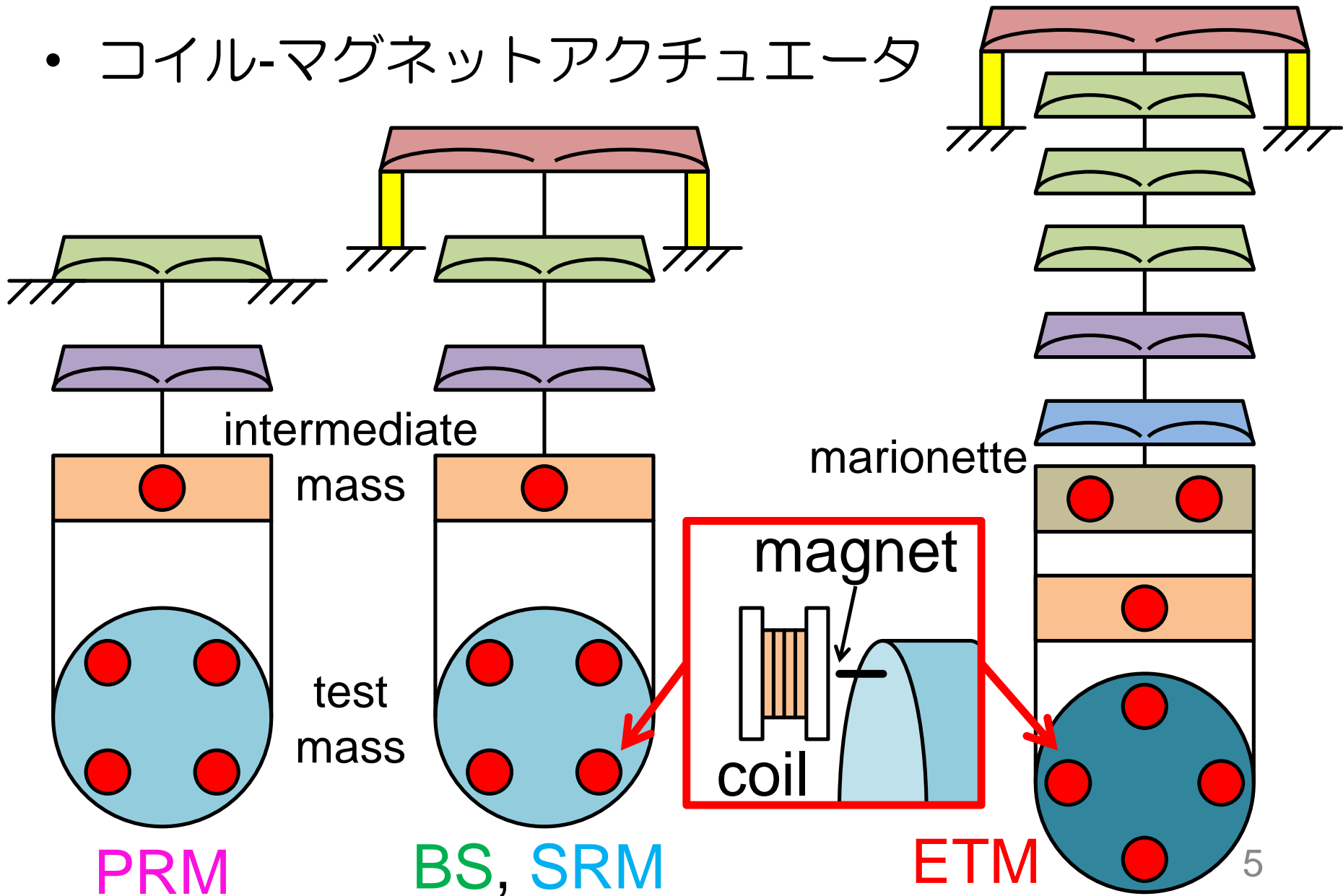
長さ制御

- 全部で5自由度
- 懸架鏡の位置で制御する
- 両腕の同相長のみ
レーザー周波数で制御する



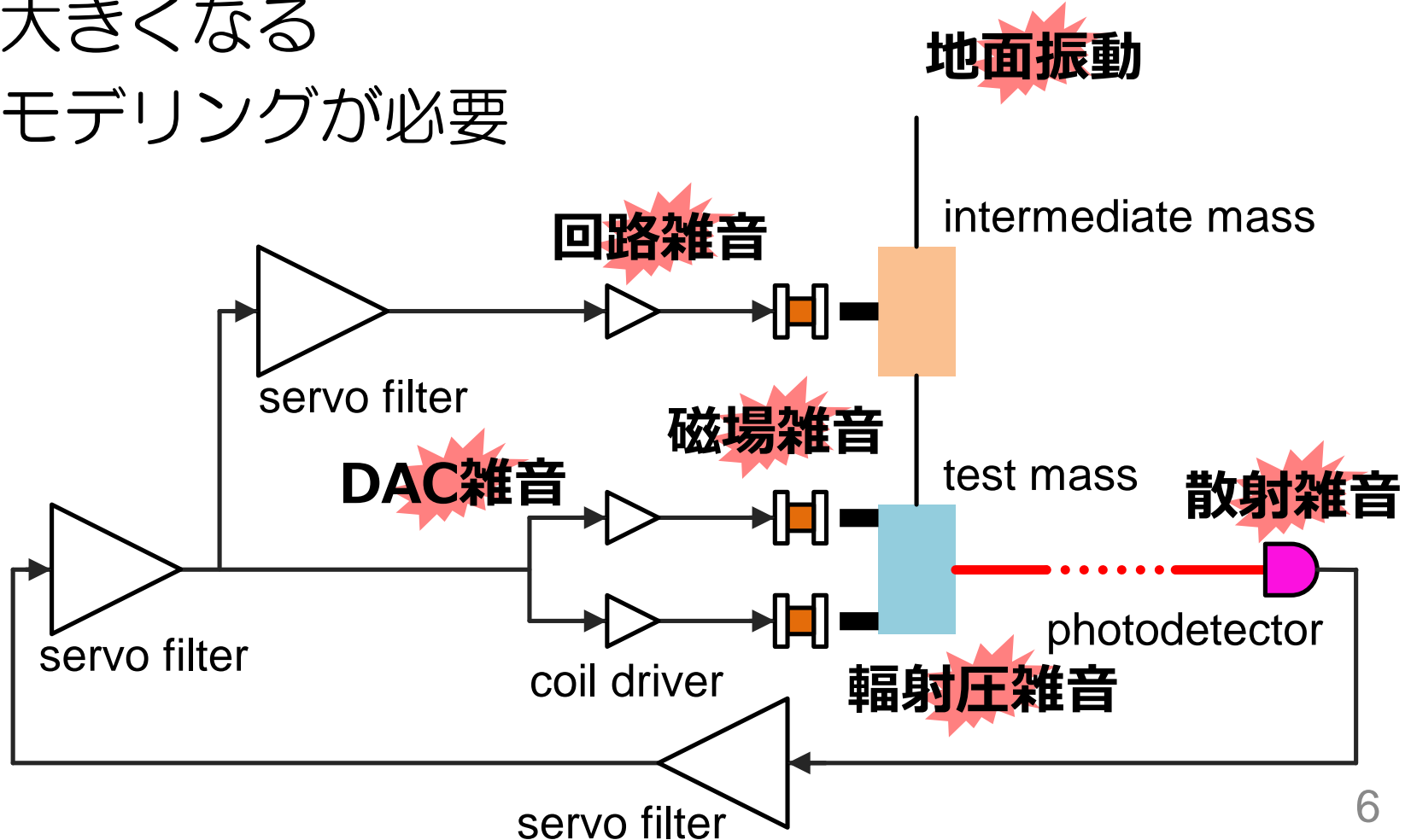
懸架系のアクチュエータ

- コイル-マグネットアクチュエータ



アクチュエータのレンジと雑音

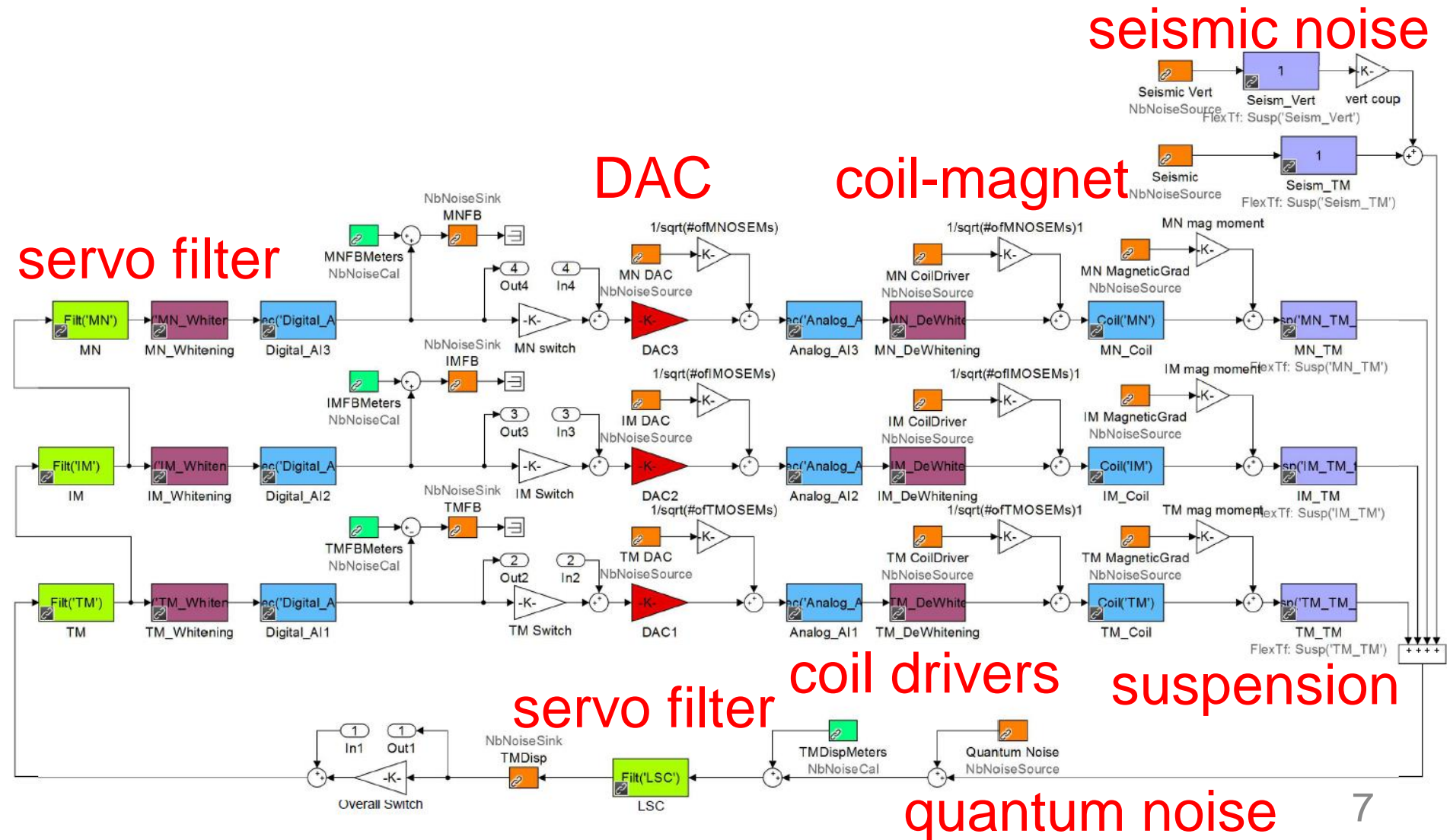
- さまざまな雑音を抑えるだけのレンジが必要
- 強すぎるとアクチュエータ雑音、磁場雑音が大きくなる
- モデリングが必要



モデリング



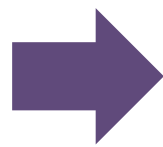
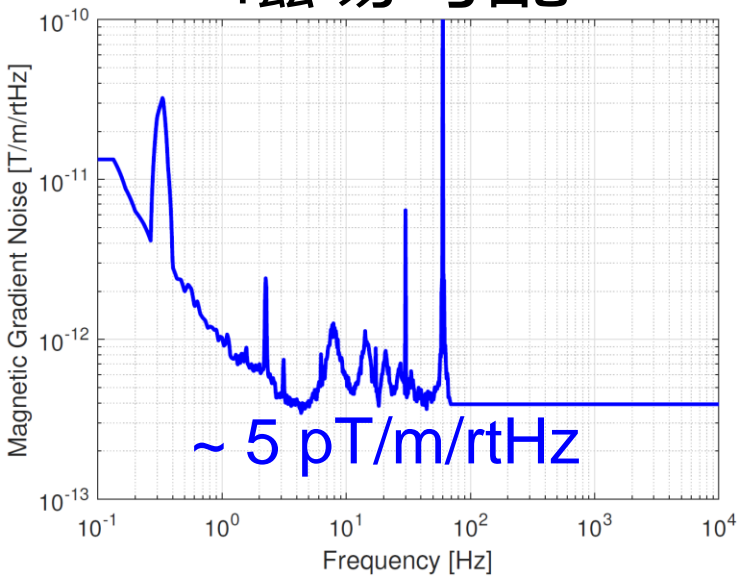
- Simulink NoiseBudget (by Chris Wipf)でモデル化



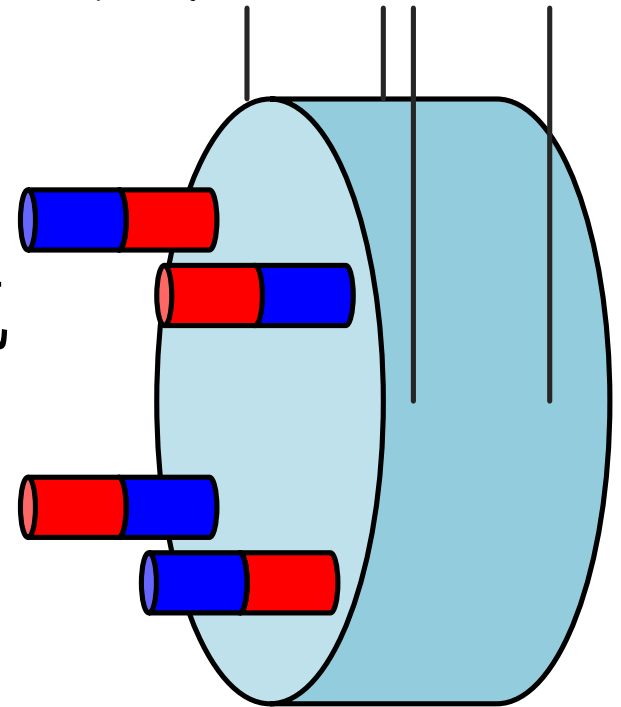
磁場雑音

- 真空槽内での磁場雑音は測定中
- 今回はトンネル内で測定した磁場雑音を使用
- 磁場雑音を1 mで割って磁場勾配雑音にした
- 磁場勾配と磁石のばらつきによる磁気モーメントのカップリングが一番効く

磁場勾配



残留磁気
モーメント



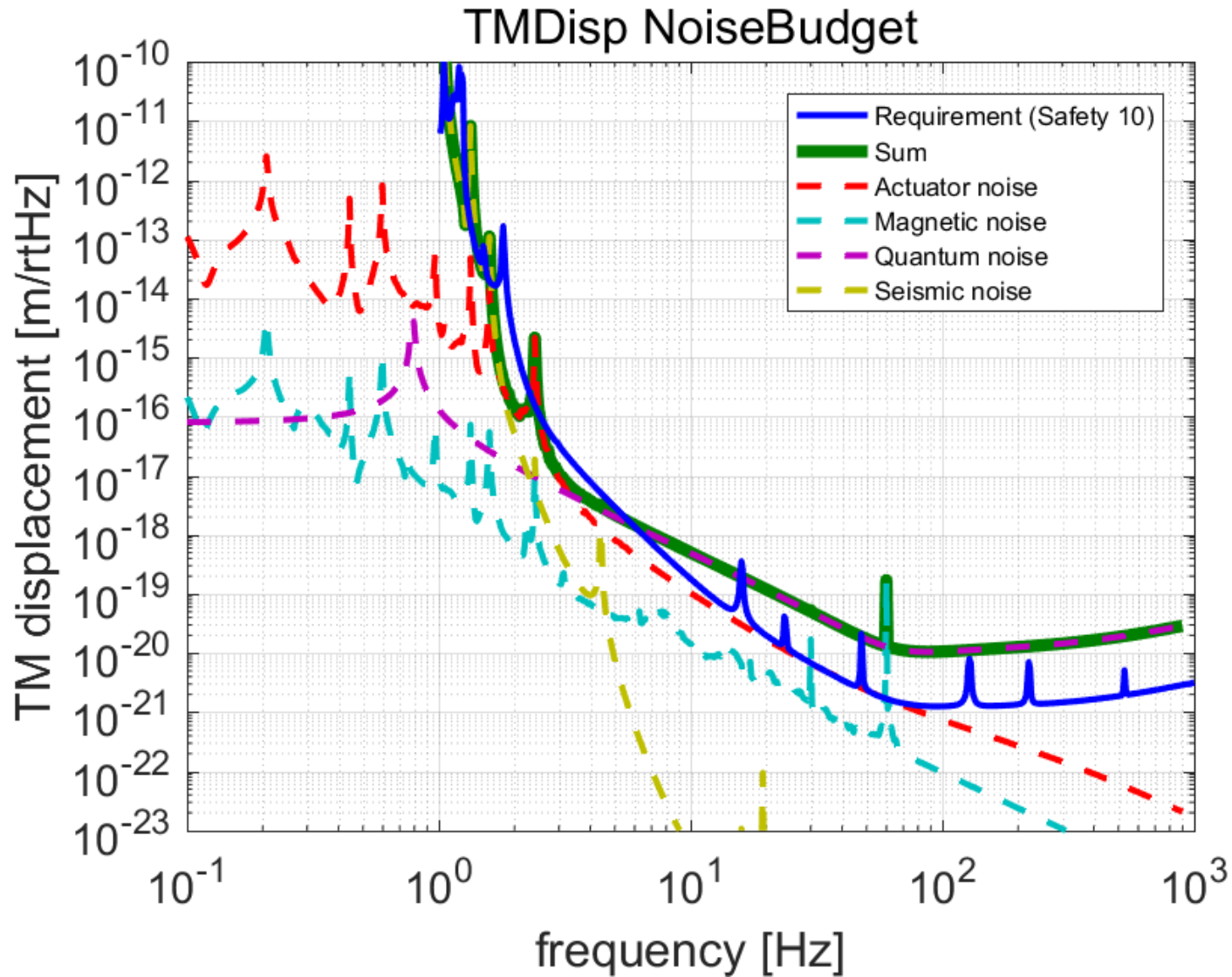
各鏡のアクチュエータ

- コイルの巻数と磁石の大きさ(mm)とコイルドライバの出力抵抗(小さいほうが強い)

	PRM	SRM	BS	ETM
Marionette	なし	なし	なし	585巻 φ2 x L 2 7.8 kΩ
Intermediate mass	600巻 φ10 x L 10 80 Ω	600巻 φ10 x L 10 7.8 kΩ	600巻 φ10 x L 10 7.8 kΩ	585巻 φ2 x L 2 7.8 kΩ
Test mass	600巻 φ6 x L 3 80 Ω	600巻 φ2 x L 5 7.8 kΩ	600巻 φ2 x L 3 7.8 kΩ	88巻 φ2 x L 2 7.8 kΩ

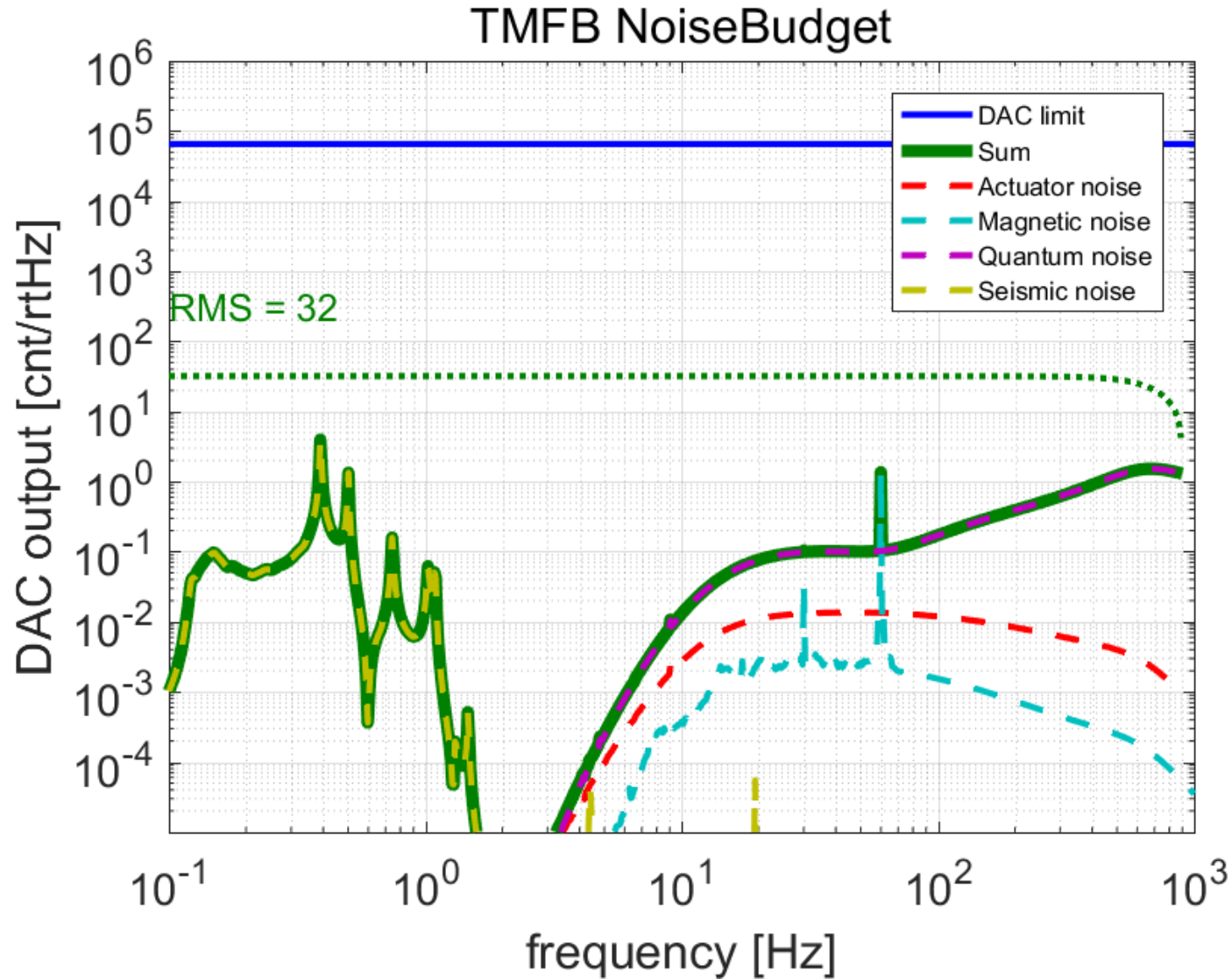
雑音 (ETM)

- 大丈夫



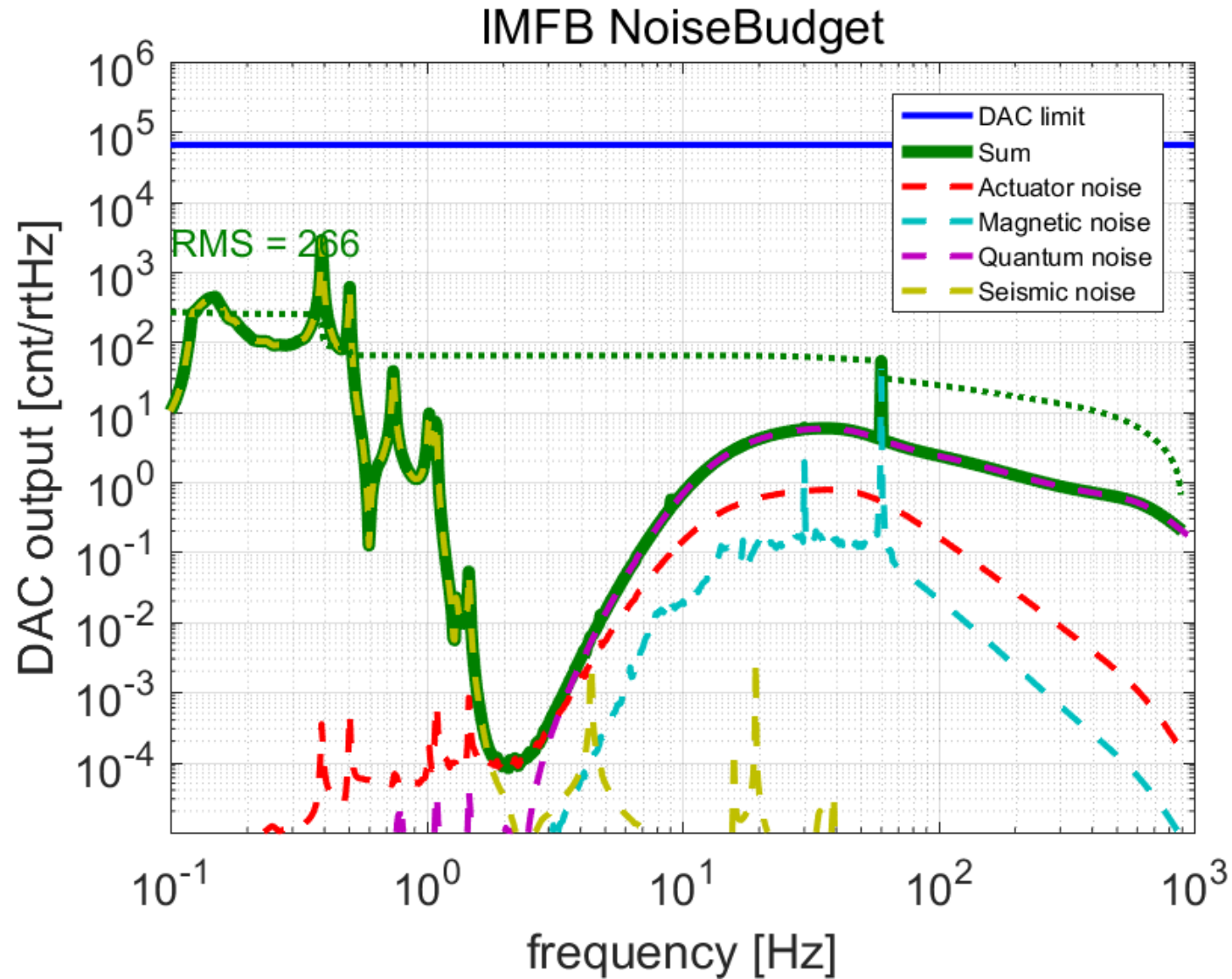
レンジ (ETM)

- TMは大丈夫



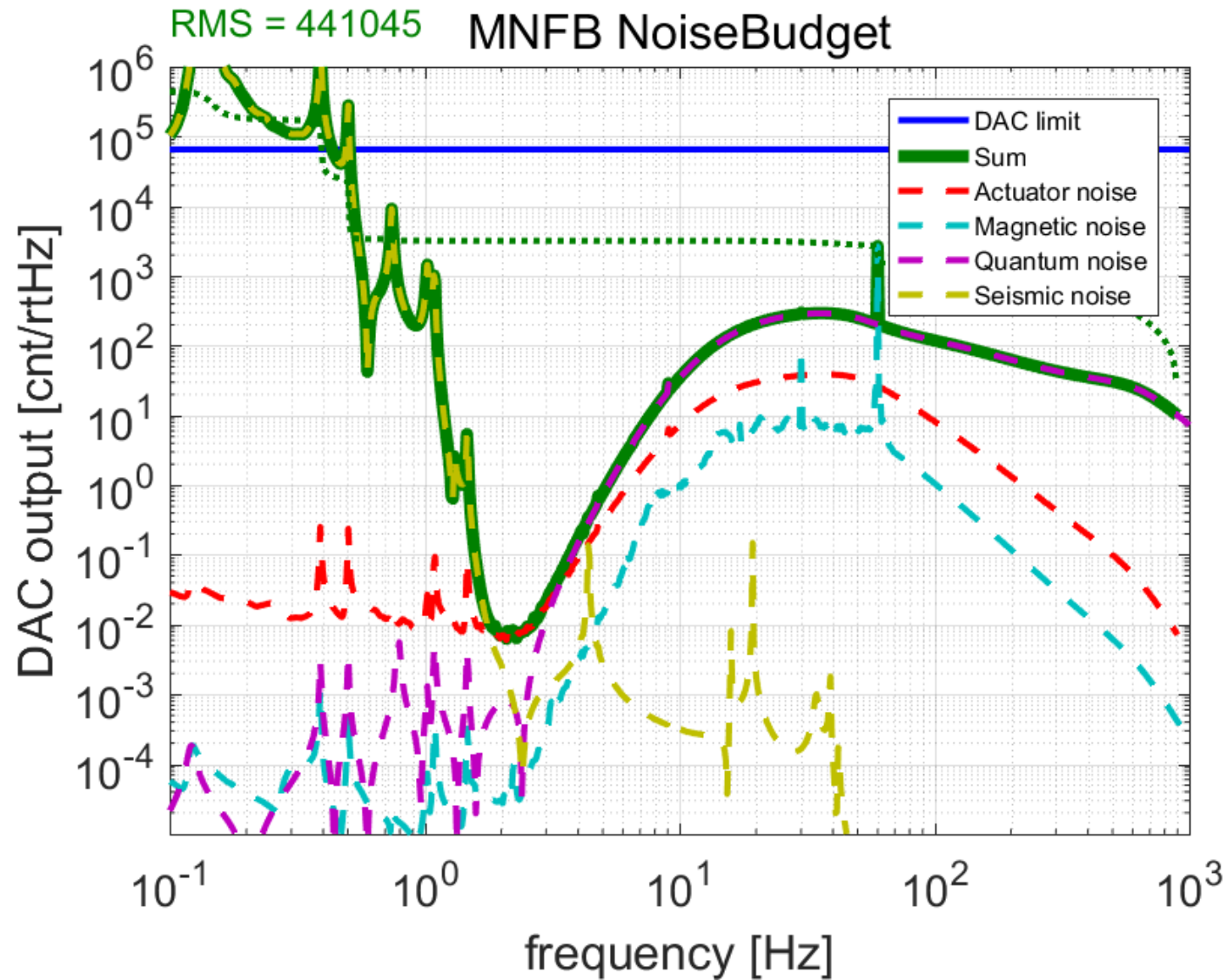
レンジ (ETM)

- IMも大丈夫



レンジ (ETM)

- MNはだめ



まとめ

- ETM MNは磁石がちいさいので100倍くらい大きくした方がいいのでは？