

TAMA300の現状 (19)

新井宏二

on behalf of TAMA Collaboration

国立天文台, 東大理天文, 東大理物理, 東大宇宙線研, 東工大,
東大地震研, ピサ大, カリフォルニア工科大, 東大新領域, 阪市大,
電通大, 高工研, 阪大理, 京大基研, TAMA Collaboration

TAMA300検出器

● 300m基線レーザー干渉計型重力波検出器TAMA300

サイト: 国立天文台 三鷹キャンパス (東京都)

● TAMA300の目的

1. 近傍銀河で発生する
 - 重力波イベントを
 - 検出可能な
 - 実証型検出器の開発
2. 将来のkm級干渉計に
 - 必要な技術の確立

理論感度限界 $\sim h_{\text{RMS}} = 3 \times 10^{-21}$
観測帯域の中心周波数300Hz
(バンド幅300Hz)



Overview

●大型レーザー干渉計型重力波検出器計画LCGT

神岡鉱山・低温サファイア鏡・3km級基線長

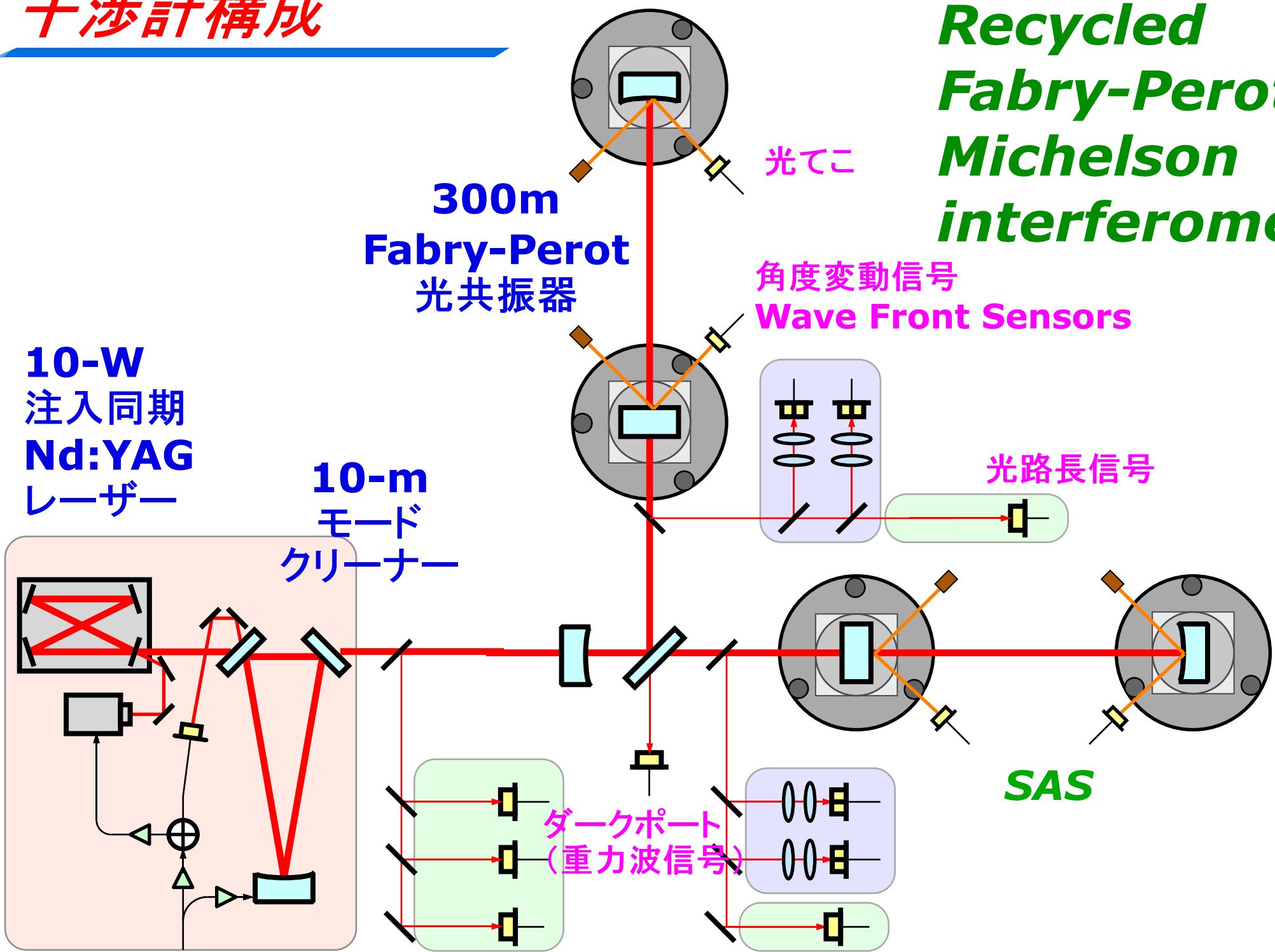
●LCGTへ向けた技術開発

⇒CLIO 100m基線レーザー干渉計(@神岡 東大宇宙線研)
低温鏡干渉計

⇒TAMA300 300m基線レーザー干渉計(@三鷹 国立天文台)
干渉計運用技術・低周波防振装置SAS
⇒防振性能強化による低周波感度の向上

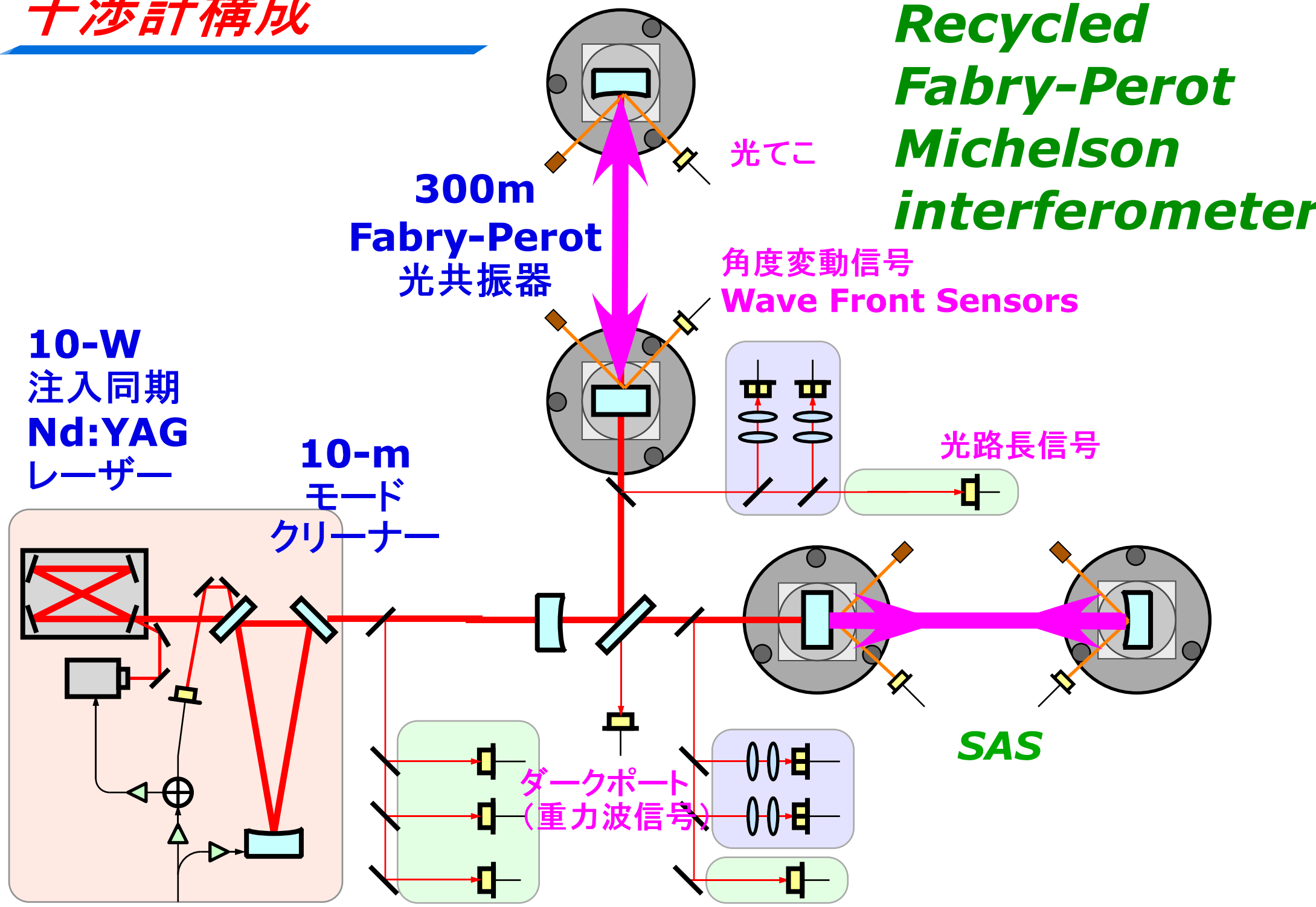
干渉計構成

Recycled Fabry-Perot Michelson interferometer



干渉計構成

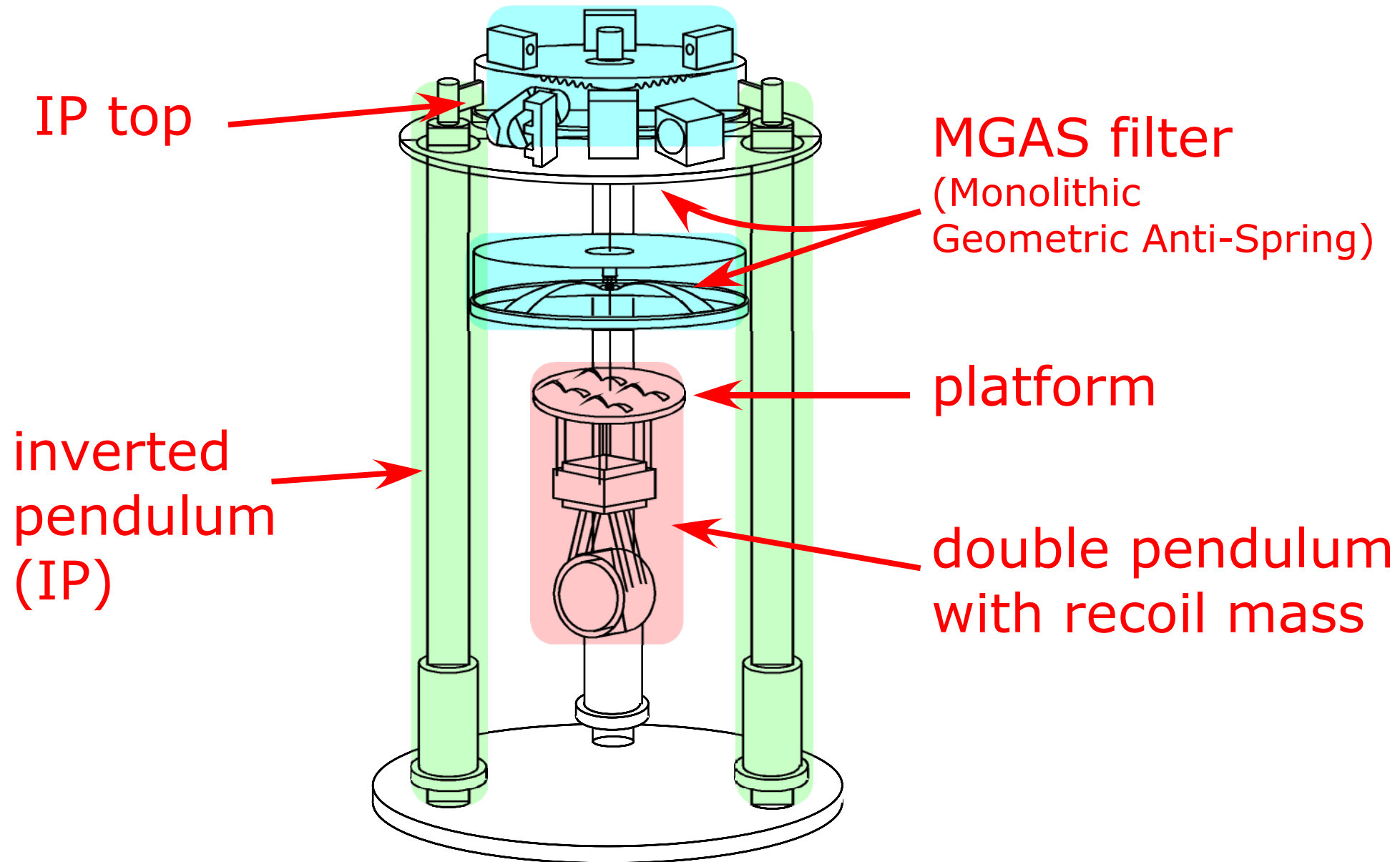
Recycled Fabry-Perot Michelson interferometer



Seismic Attenuation System

- **Structure of SAS**

Multiple pendulum suspended from IP



Seismic Attenuation System

● SASの能動制御

SASのローカル制御で鏡の光路長・角度変動を安定化

=> 干渉計のロックが可能になる

Local control

IP (対地面 変位)

センサー: LVDT
帯域: ~60mHz

IP (対慣性系 変位)

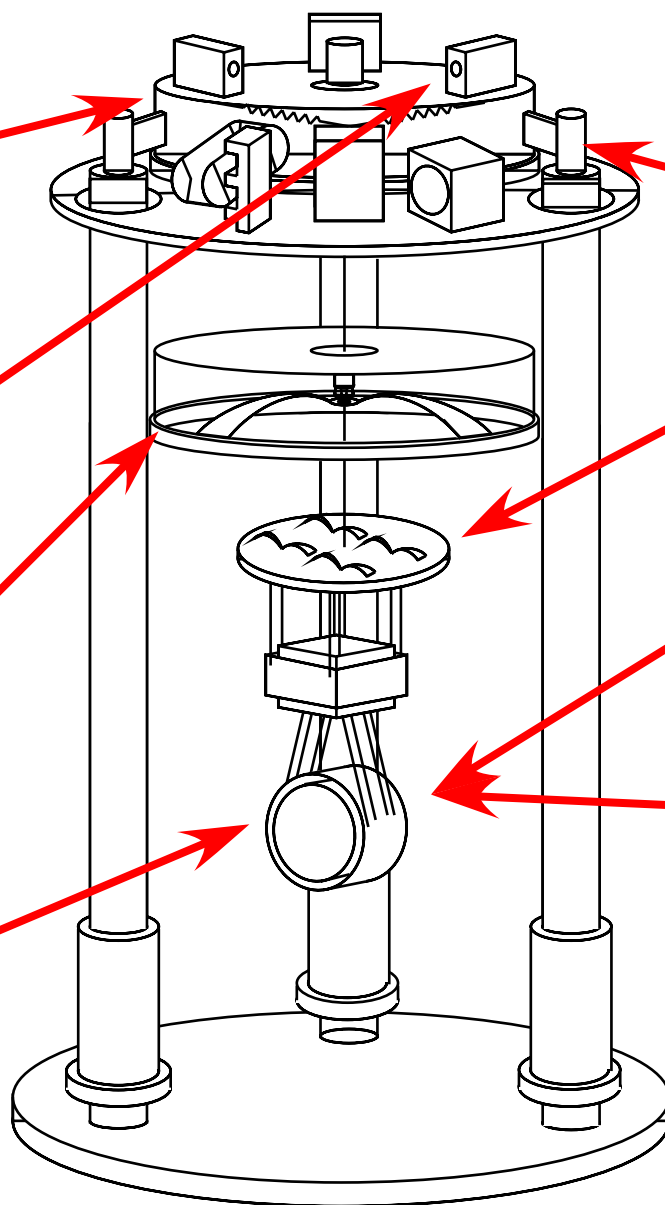
センサー: 加速度計
帯域: 60m~2Hz

ねじれ制御

センサー: フォトセンサー
帯域: 40mHz

テストマス角度制御

センサー: 光てこ
帯域: ~2Hz



Global control

IP

帯域: ~10mHz(予定)

Plat form

帯域: ~10mHz(予定)

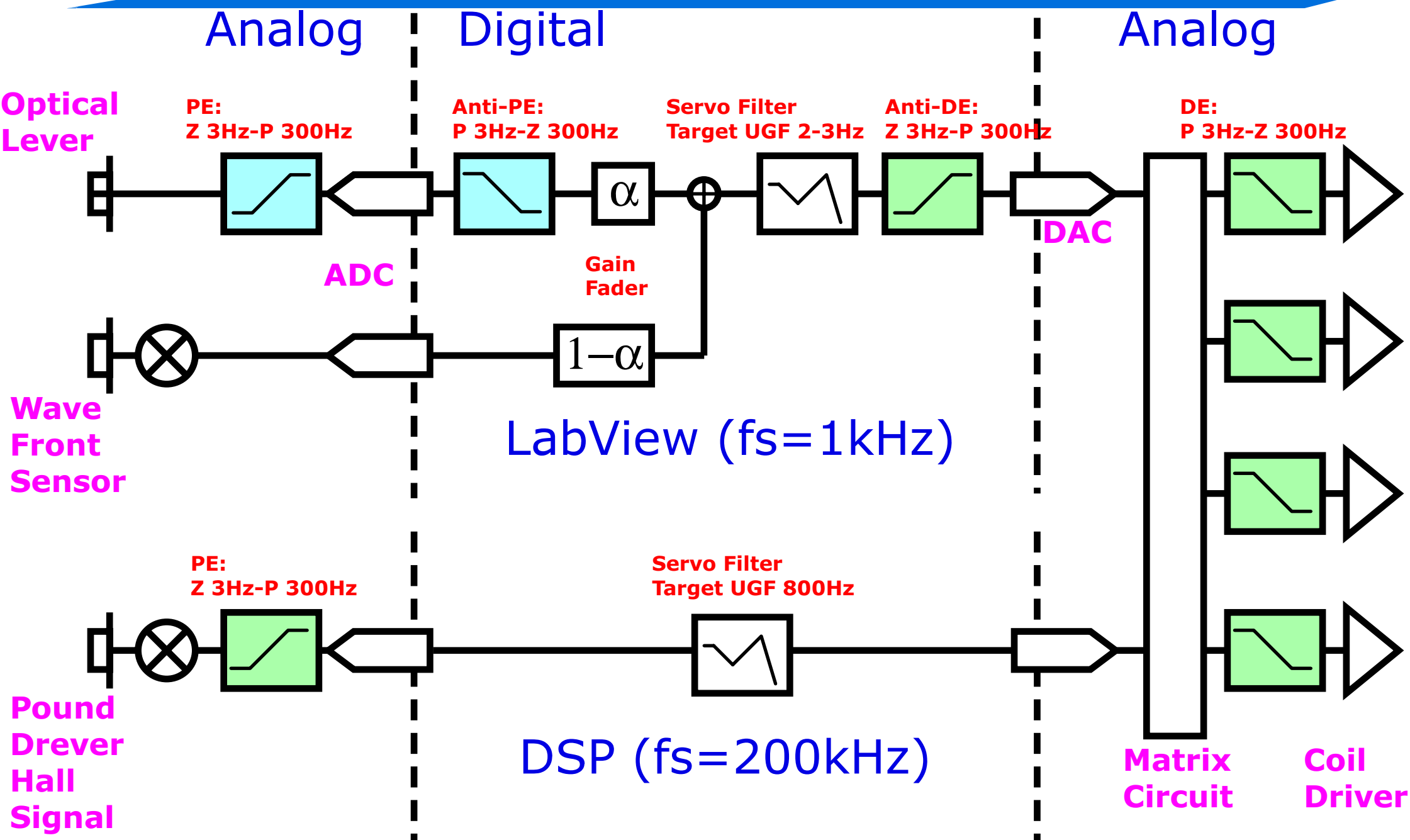
テストマス角度

帯域: <3Hz(予定)

テストマス光路長

帯域: <1kHz

デジタル制御系



デジタル系の柔軟性 & 低雑音を実現するアナログFE

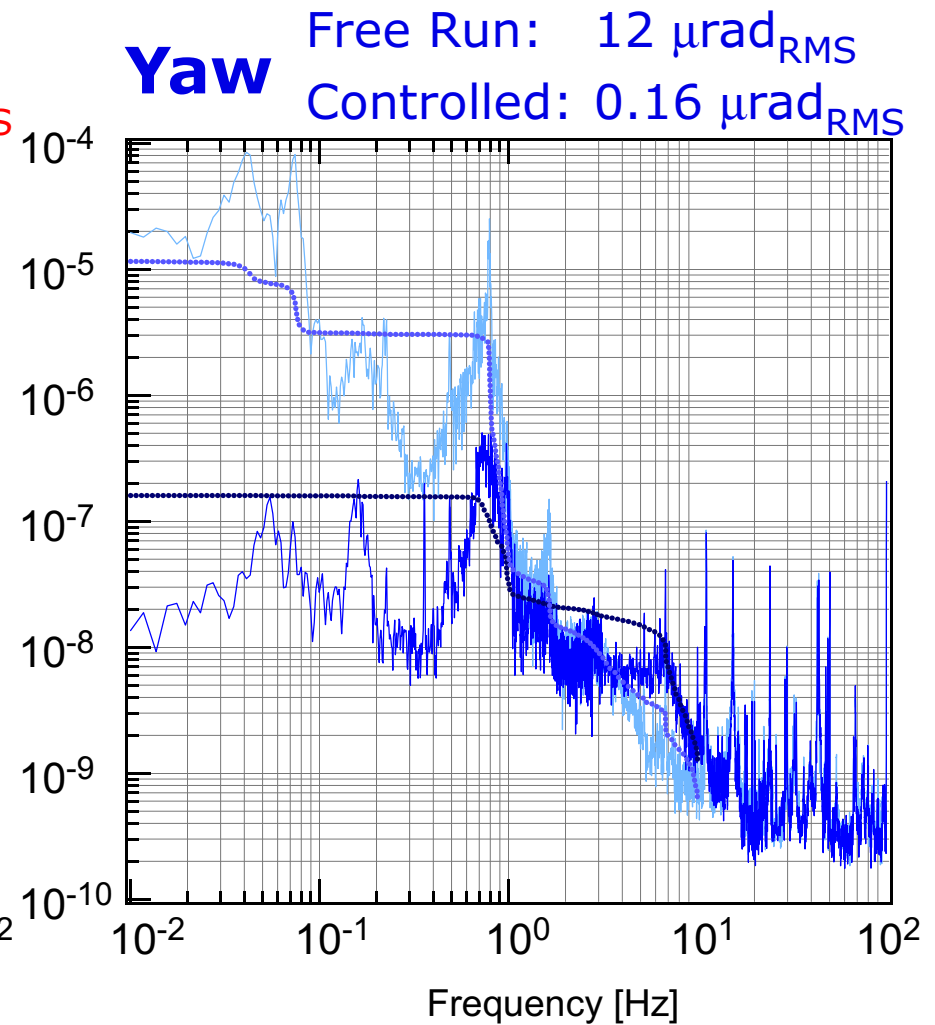
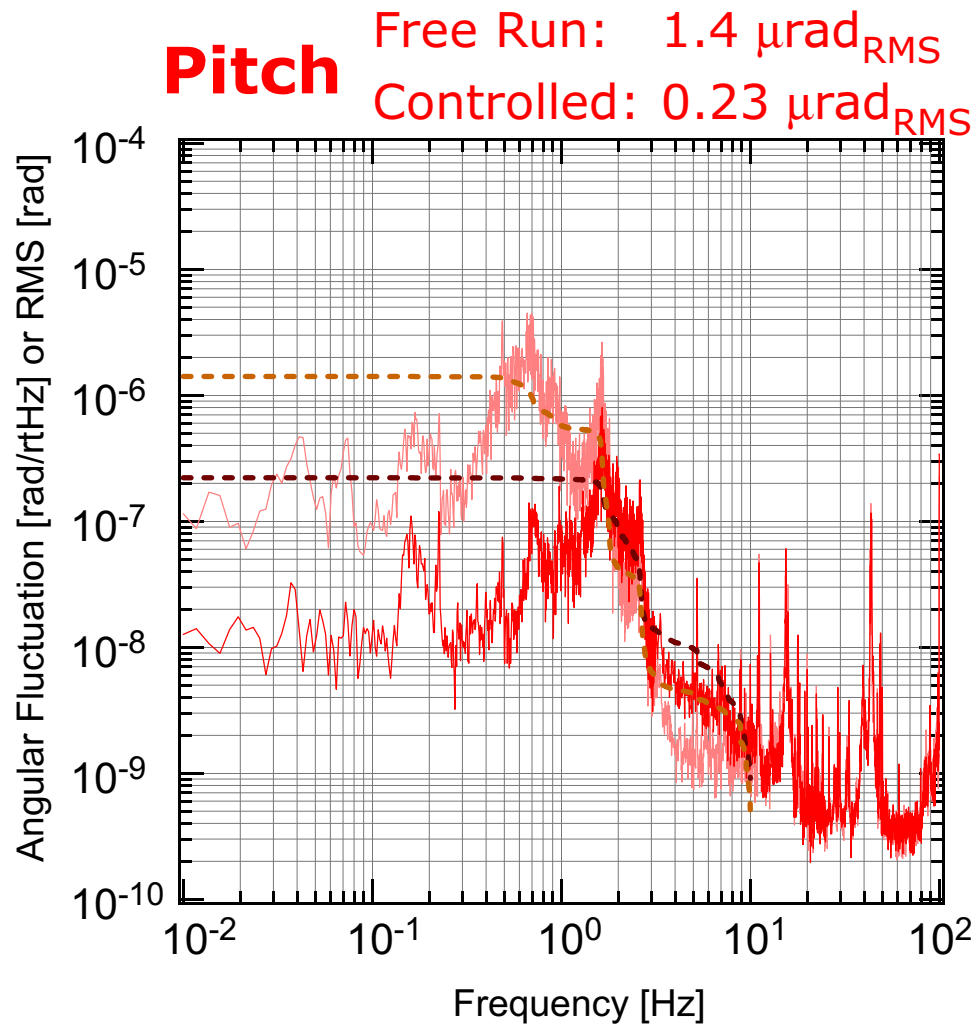
SASの安定度(角度変動)

●テストマスの角度方向安定度

ローカル制御により $\mu\text{rad}_{\text{RMS}}$ 以下までに安定化

⇒リサイクリング干渉計のロックには十分

(旧サスペンションの受動防振性能 $1.0 \mu\text{rad}_{\text{RMS}}$)

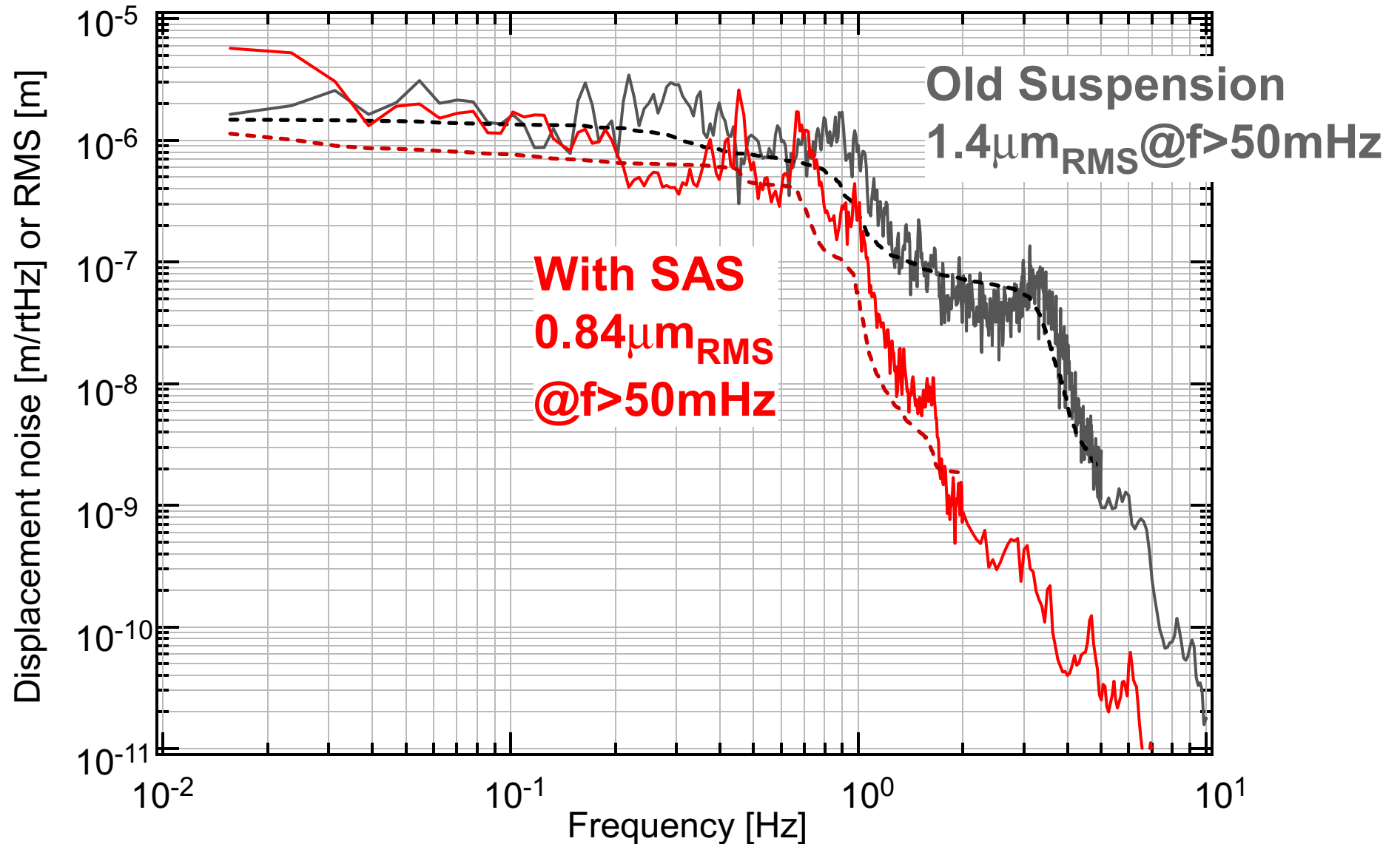


SASの安定度(光路長変動)

● 片腕共振器の光路長変動

旧サスペンションでの変動との比較

⇒ 0.1Hz以上での改善を確認



リサイクリング干渉計の稼働

- 4台のSASを使ったリサイクリングのロックを確立

- 現在の制御の構成

テストマス光路長制御

光路長4自由度の制御: アナログ制御

ロックアクイジション: DSPを用いたデジタルフィルタ

=> ロック後アナログ系に切り替え

テストマス角度制御

LabViewによるデジタル制御

光てこ制御

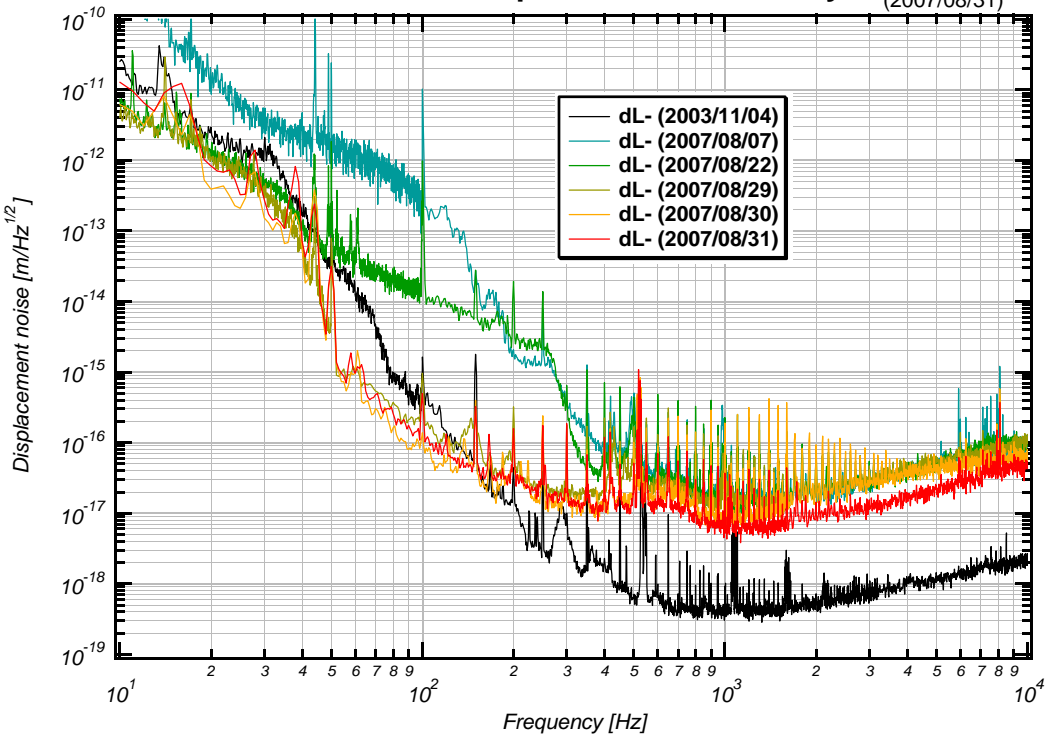
帯域3Hz

Wave Front Sensing

光てこの制御点のドリフト制御(<~0.1Hz)

TAMA300 Displacement Sensitivity

(2007/08/31)

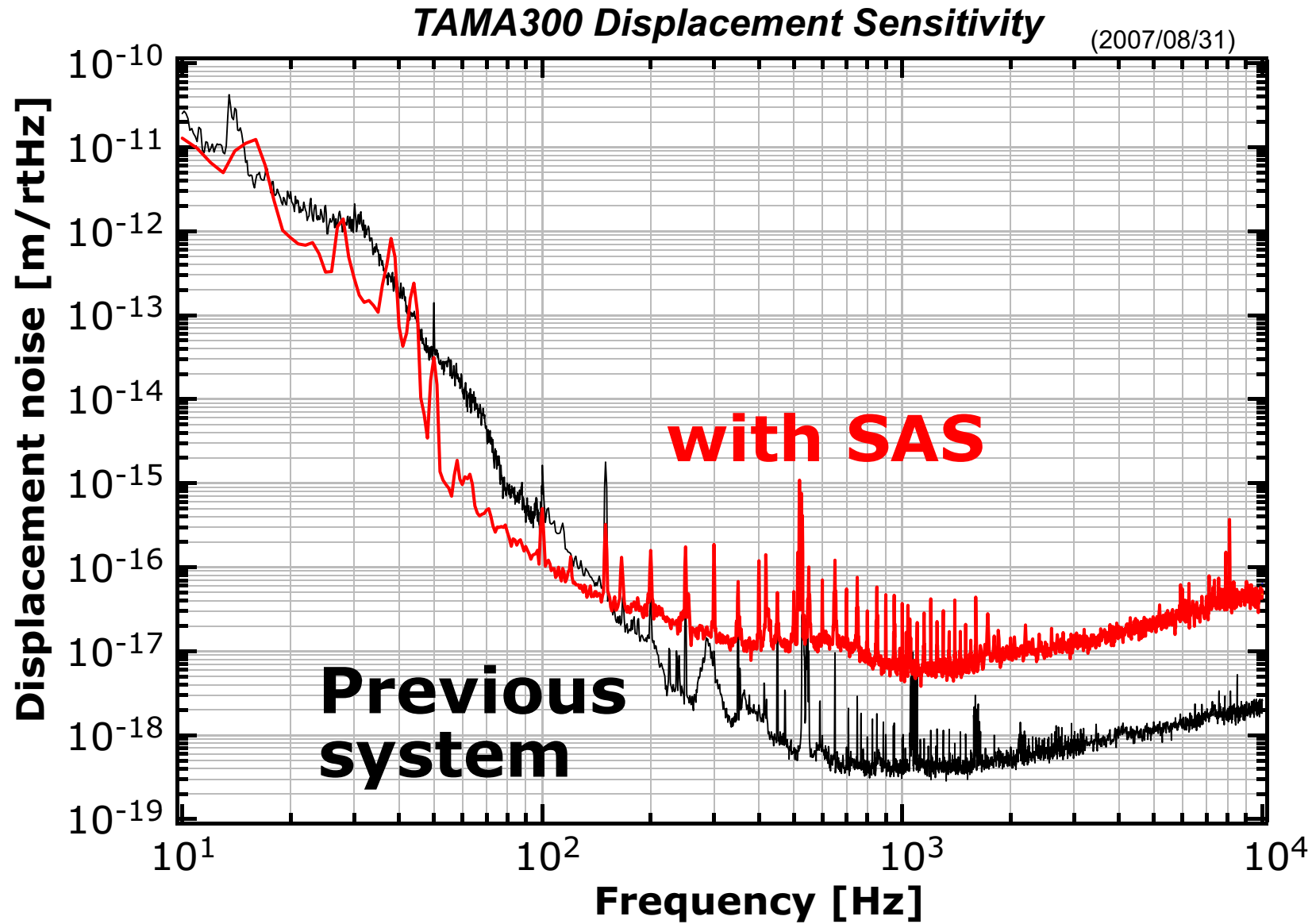


干渉計の感度

●現在のリサイクリング干渉計の感度

フロア感度 6×10^{-18} m/rtHz@1kHz

150Hz以下で以前の感度からの改善を確認

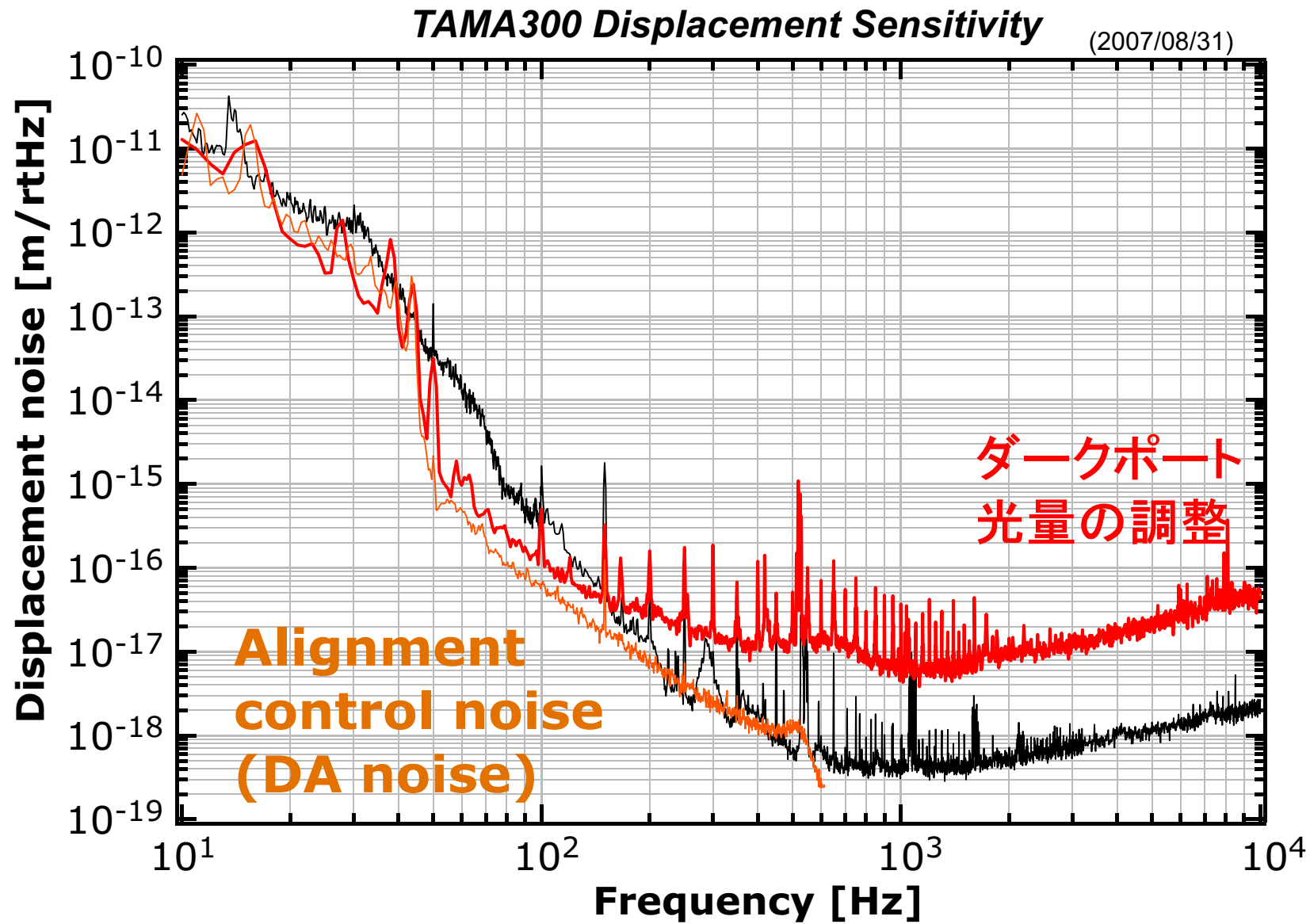


干渉計の感度

● 各種調整進行中

100Hz付近: まだアライメント雑音が落ちきっていない

kHz帯域: フルの光量がdark portに入射されていない



今後の方針

● 感度と安定度の向上

- アライメント制御

WFSの利用

S/N比の向上・安定性の向上

入射光軸・RM・BSの制御を中心とするトポロジーへの変更

アライメント系DA雑音の低減

対策済 - 効果を確認する

- kHz帯

dark portの光量増加

コントラスト安定度の向上が必要

- ノイズ寄与測定

干渉計安定度の改善後、各種ノイズ源の寄与を調査

Summary

●TAMA300の干渉計動作

- SASが定常的な動作状態になった
⇒干渉計動作実験が可能な状況
- 各種干渉計サブシステムを順次立ち上げ中
⇒アライメント系を中心にさらなる作業や新しい設計が必要
- 部分的に感度の改善を確認
0.1～150Hzで改善

Progress of TAMA300

1995-1997 Facility/Vacuum System Construction

Recombined Interferometer

1999-2001 6 times of observation runs
(Total 1370 hours)

Recycled Interferometer

2001 Implement of power recycling

2003-2004 3 times of observation runs
(Total 1740 hours)

Seismic Attenuation System (SAS)

2005 Start installation of SAS

2007 Full interferometer lock with SAS