



レーザー干渉計型重力波検出器TAMA300の パワーリサイクリング XII (検出器改良)

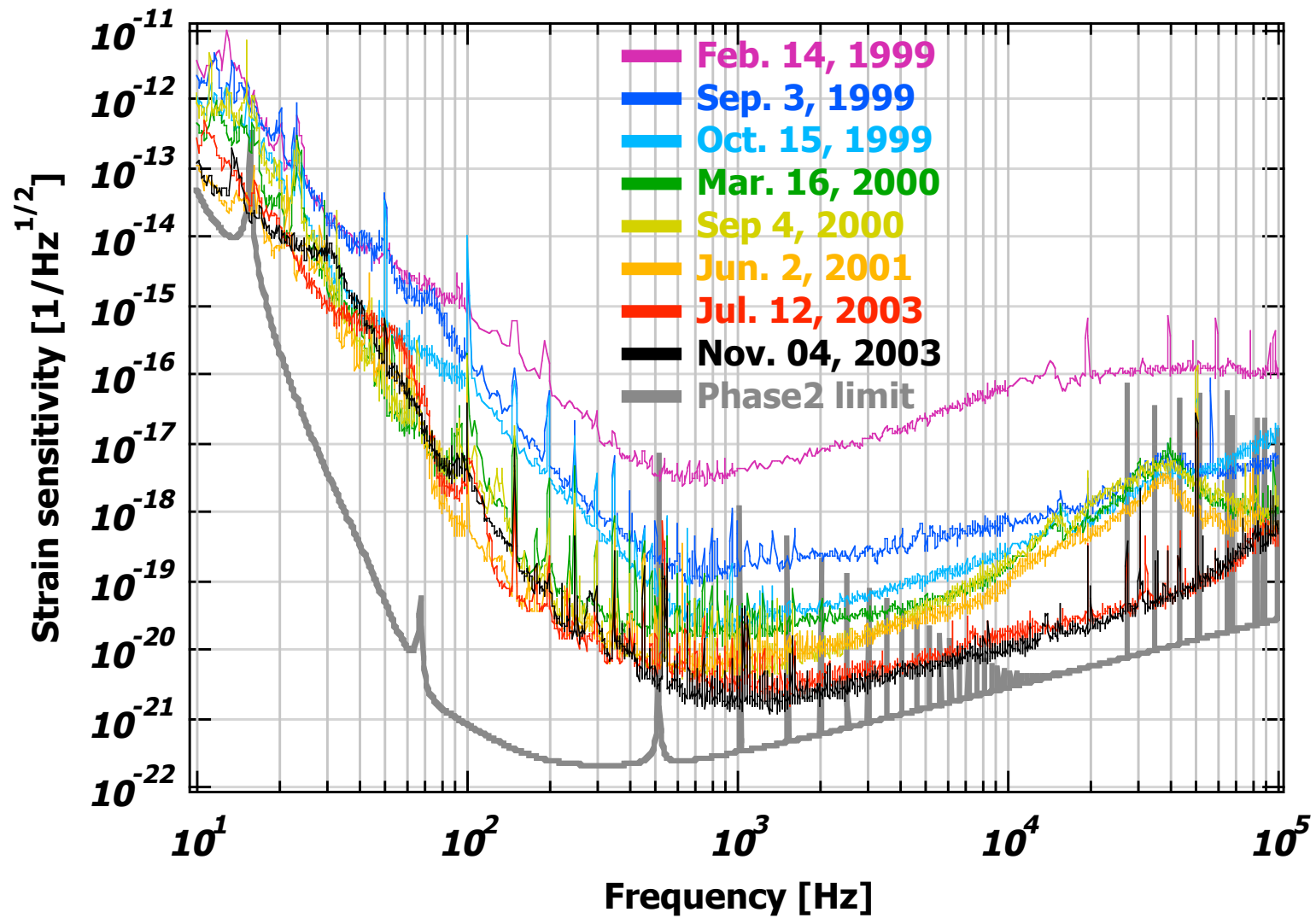
国立天文台、東大天文^A、東大理^B、東大宇宙線研^C、東大新領域^D、
大阪市大^E、電通大^F、通総研^G、**The TAMA Collaboration**

佐藤 修一、新井 宏二、高橋 竜太郎、阿久津 智忠^A、辰巳 大輔、常定 芳基、
福嶋 美津広、山崎 利孝、長野 重夫^G、安東 正樹^B、森脇 成典^D、武者 満^F、
神田 伸行^E、三尾 典克^D、川村 静児、藤本 眞克、坪野 公夫^B、大橋 正健^C、
黒田 和明^C、他 **The TAMA Collaboration**

内容

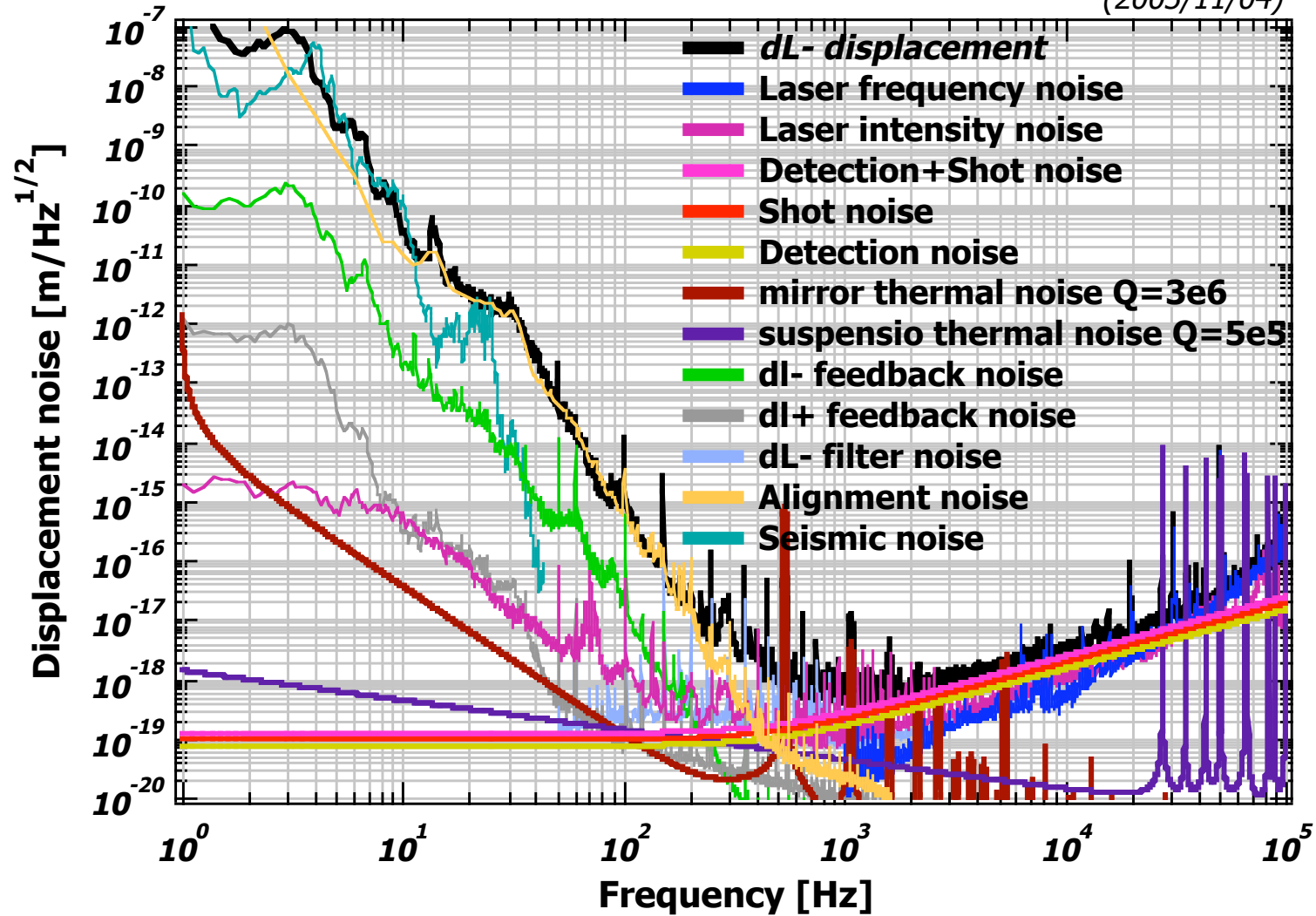
- **TAMA300検出器の現状**
 - 感度履歴
 - 雑音解析
- **干渉計高感度化**
 - 概要
 - アプローチ
 - マイケルソン雑音
 - オプトメカニカルカップリング起因
 - 変調・復調起因
 - アクチュエータ起因
 - 制御ループ間のカップリング起因
- **今後の予定**
 - 高感度化
 - 次期観測
 - 高性能防振装置(SAS)の導入

干涉計感度履歷



雑音解析

(2003/11/04)



干渉計高感度化

●目標

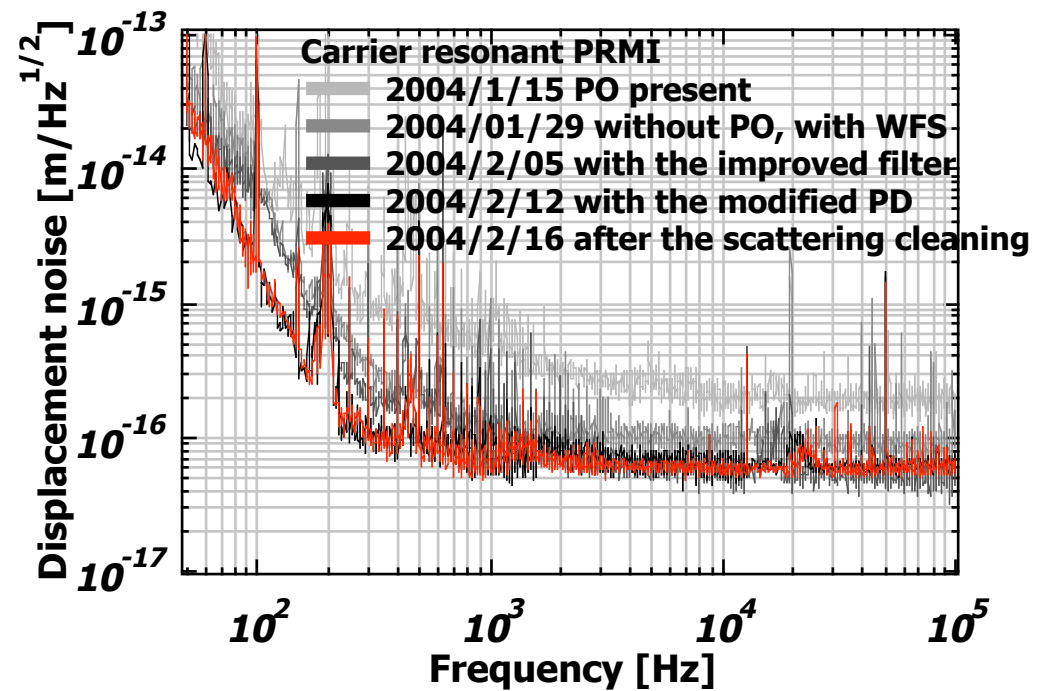
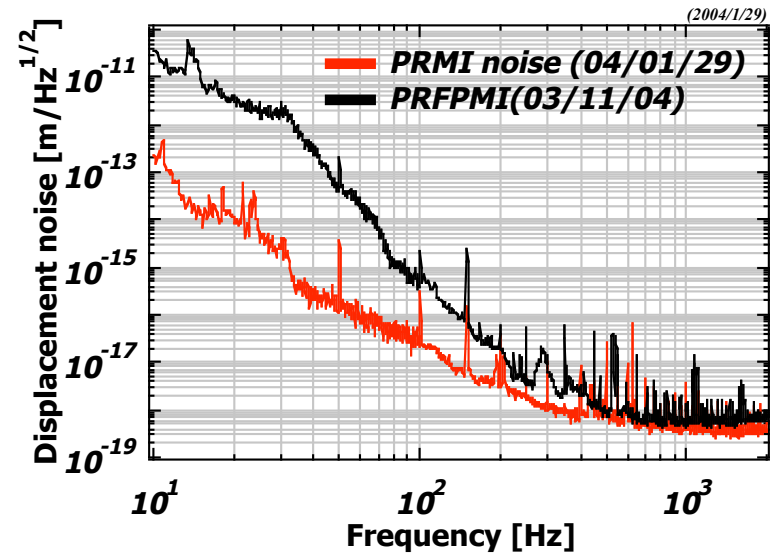
- 干渉計感度を制限する雑音の同定と理解
- 100-1kHz帯域での感度向上
- Phase2限界感度へ近づける

●アプローチ

- 単純マイケルソン(PRMI)の位相検出雑音
- オプトメカニカル・カップリングを介した雑音
- 変調・復調を介した雑音
- アクチュエータ系（コイルドライバ）を介した雑音
 - コイルドライバ雑音
 - 非線形性
- 制御ループ間のカップリングを介した雑音
 - 全52制御ループからの寄与
- その他

マイケルソン干渉計実験

- 背景
 - 「マイケルソン雑音」の存在
 - 数100Hz帯域の主要な雑音源
- アプローチ
 - まずPRMIを高感度化する
 - 散射雑音・地面振動のみに制限される
- 現状
 - 既にPRFPMIの感度を制限しない領域に到達
 - 100HzでのTAMA-Phase2 limitを考慮すると更に高感度化が必要



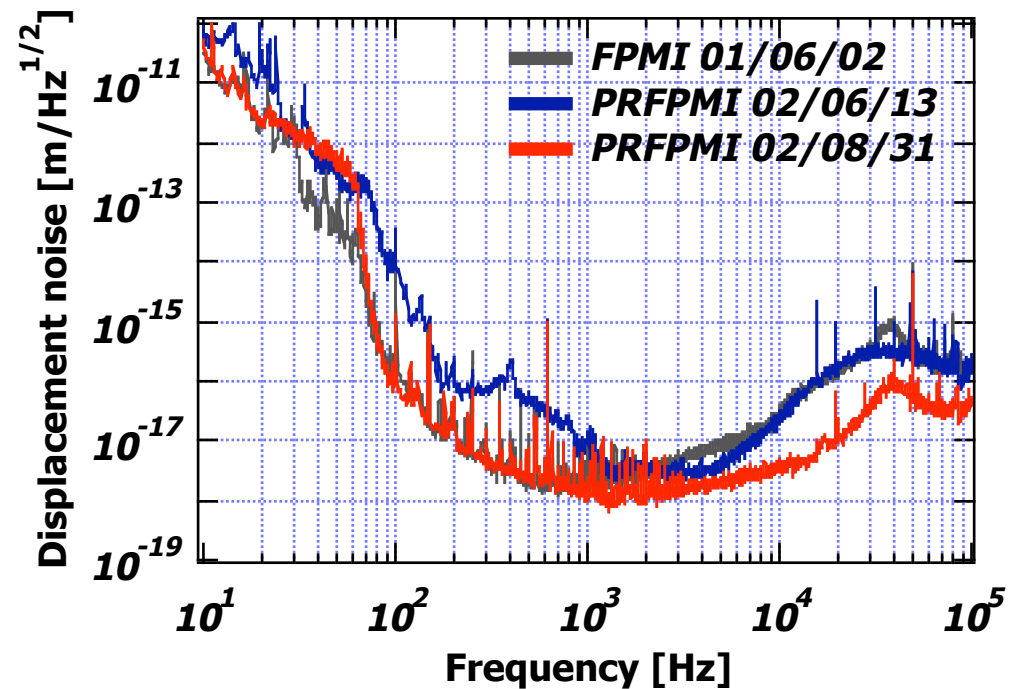
散乱光実験

●背景

- 無視できない散乱光の存在
 - リサイクリング導入時(2002)
 - 散乱源を取り除くことで対処
- 干渉計感度の非定常性(PRFMI)

●アプローチ

- 雑音の生成機構の理解
 - 解析計算
 - 加振実験による伝達函数の測定
- 散乱源の除去
 - 迷光・散乱光の適切な処理 (ダンパー、バッフル)
 - 後方散乱の低減 (光学素子の高性能化、PDダイオード面の表面処理?)
 - 光学素子の最適化 (大型化、反射型化)
 - ...
- 地面振動とのカップリングの低減
 - 光検出ポートの防振、防音
 - 光軸のシールド
 - クリーン化
 - 真空化 (?)
- 両方からのアプローチが必要



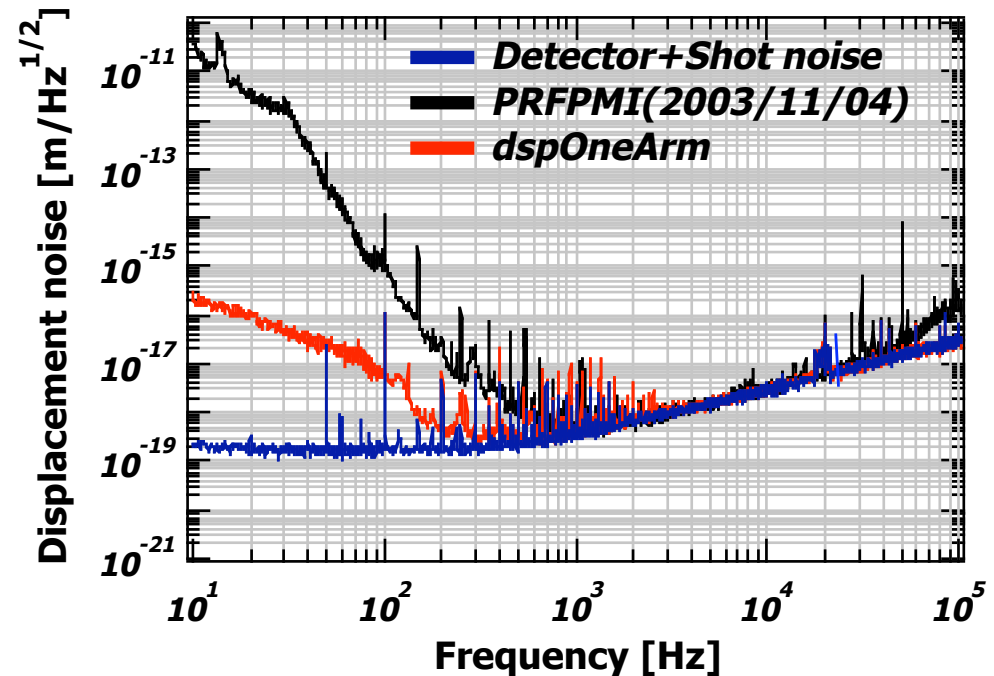
変調・復調に起因する雑音

背景

- 「光」に乗る雑音の存在
 - 周波数雑音・強度雑音 (AF, RF)
 - RF発信器の雑音
 - Etc...
- Carrier, RFPM-SBs周りのAFおよびRF帯域のSBsとして現れる
- Up-, Down-conversion に起因する雑音
 - RF-laser雑音x12MHz

アプローチ

- 雑音の伝搬・散乱機構の理解
 - 解析計算
 - 数値解析
- 実測データとの重ね合わせ
 - RF発信器雑音の干渉計雑音への寄与

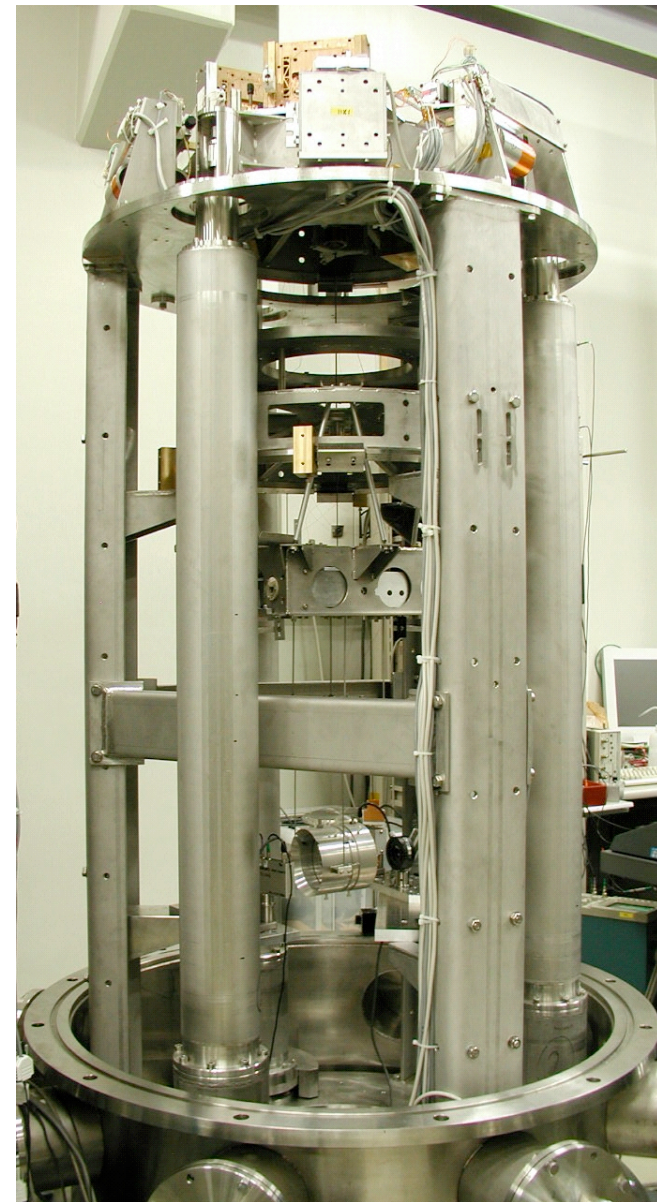


今後の予定

- 干渉計高感度化
 - **100-1kHz**帯域での感度向上
 - 余剰雑音源の理解
- 次期観測 (**DT10**)
 - **LIGO-S4**との同時観測？
 - 自動化観測システムの長期運用
- 高性能防振装置(**SAS**)の導入
 - **2005**インストール (予定)

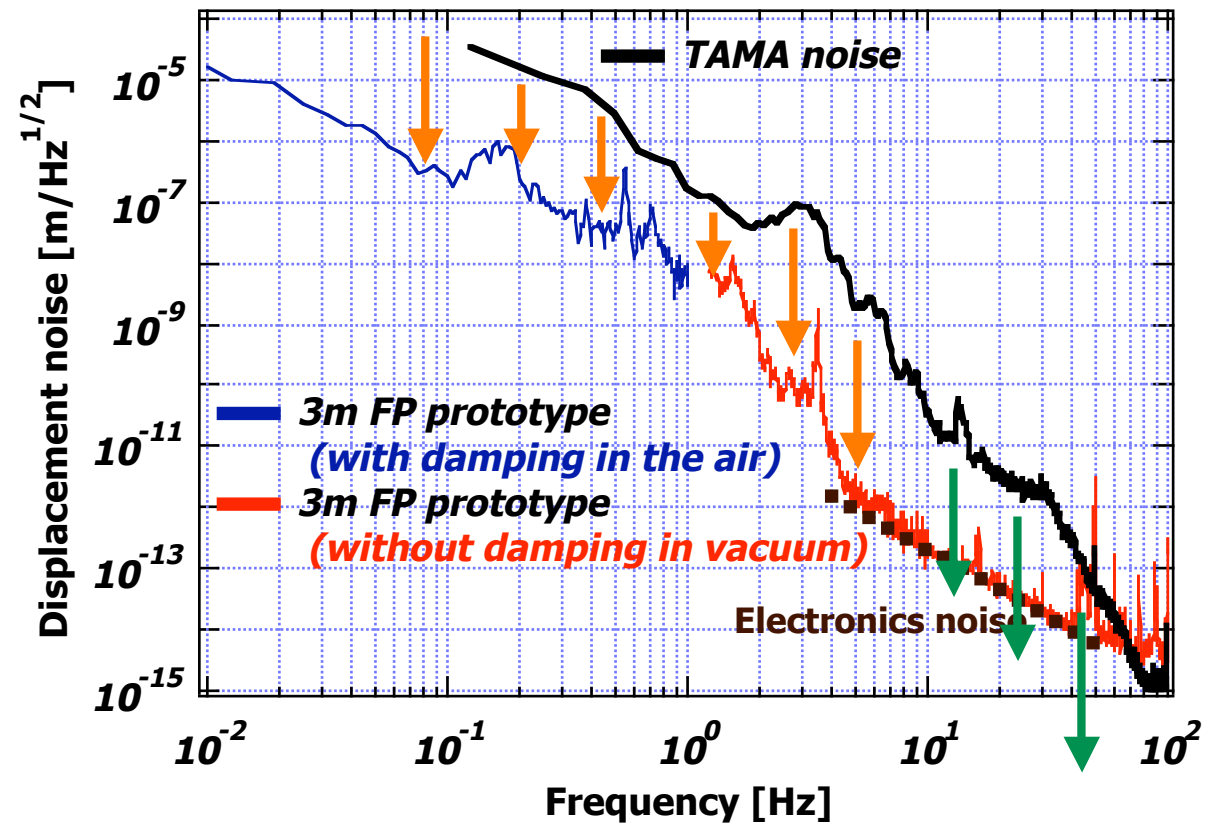
SASの現状と予定

- 高性能防振装置(SAS)の導入
 - プロトタイプ実験 (東大)
 - 2004 TAMA-SASの一部納品済
 - 2005インストール (予定)



SASへの期待

- 10Hz以上での改善
 - 「地面振動の壁」を低周波側へ
- 10Hz以下での改善
 - 「アライメント制御雑音の壁」を低周波側へ
- 低周波全帯域での改善
 - **Unlock**回数の低減
 - 干渉計の安定な運転



まとめ

- TAMA300検出器の現状
 - $5 \times 10^{-19} [\text{m}/\text{Hz}^{1/2}] @ 1\text{kHz}$
 - 100-1kHzの雑音源は未知
- 干渉計高感度化
 - マイケルソン雑音
 - オプトメカニカルカップリング起因
 - 変調・復調起因
 - アクチュエータ起因
 - 制御ループ間のカップリング起因
 - その他
- 今後の予定
 - 干渉計の高感度化
 - 次期観測
 - 高性能防振装置(SAS)の導入