

レーザー干渉計型重力波検出器

TAMA300の開発 VII

国立天文台 , 東大理^A , 東大宇宙線研^B , 東大新領域^C ,
東大地震研^D , 宮城教育大^E , 電通大^F , 高工研^G

新井宏二 , 安東正樹^A , 長野重夫^B , Gerhard Heinzl ,
高橋竜太郎 , 川村静児 , 辰巳大輔^B , 寺田聡一 , 森脇成典^C ,
神田展行^E , 谷口信介^A , 河邊径太^A , 関谷淳^A , 朽久保邦治^A ,
新谷昌人^D , 山元一広^A , 大石奈緒子^A , 高森昭光^A ,
上田晃三^A , 三尾典克^C , 大橋正健^B , 山崎利孝 ,
福嶋美津広 , 沼田健司^A , 大塚茂巳^A , 三代木伸二^B ,
武者満^F , 植田憲一^F , 藤本眞克 , 坪野公夫^A , 黒田和明^B

はじめに

- 干渉計型重力波検出器TAMA300

基線長300mのFabry-Perot Michelson干渉計
国立天文台三鷹キャンパス

建設・装置の導入作業(1995～1999)

重力波検出器としての動作に成功(1999/6)
第1回・第2回観測データ取得(1999/8,9)

- TAMA300の現状とこれから

現在: 高感度化・安定度の向上

プロジェクトの2年延長が決定

Contents

- TAMA300の概要
- これまでのTAMA300の進展
- TAMA300開発の現状
- これからのTAMA300の展開
- Summary

TAMA300の概要

● 干渉計型重力波検出器TAMA300

基線長300mのFabry-Perot Michelson干渉計

国立天文台三鷹キャンパス

注入同期型Nd:YAGレーザー(出力10W)

基線長10mリング型モードクリーナー

基線長300mのファブリ・ペロー光共振器を両腕に配したマイケルソン干渉計

将来の大型計画のための技術開発

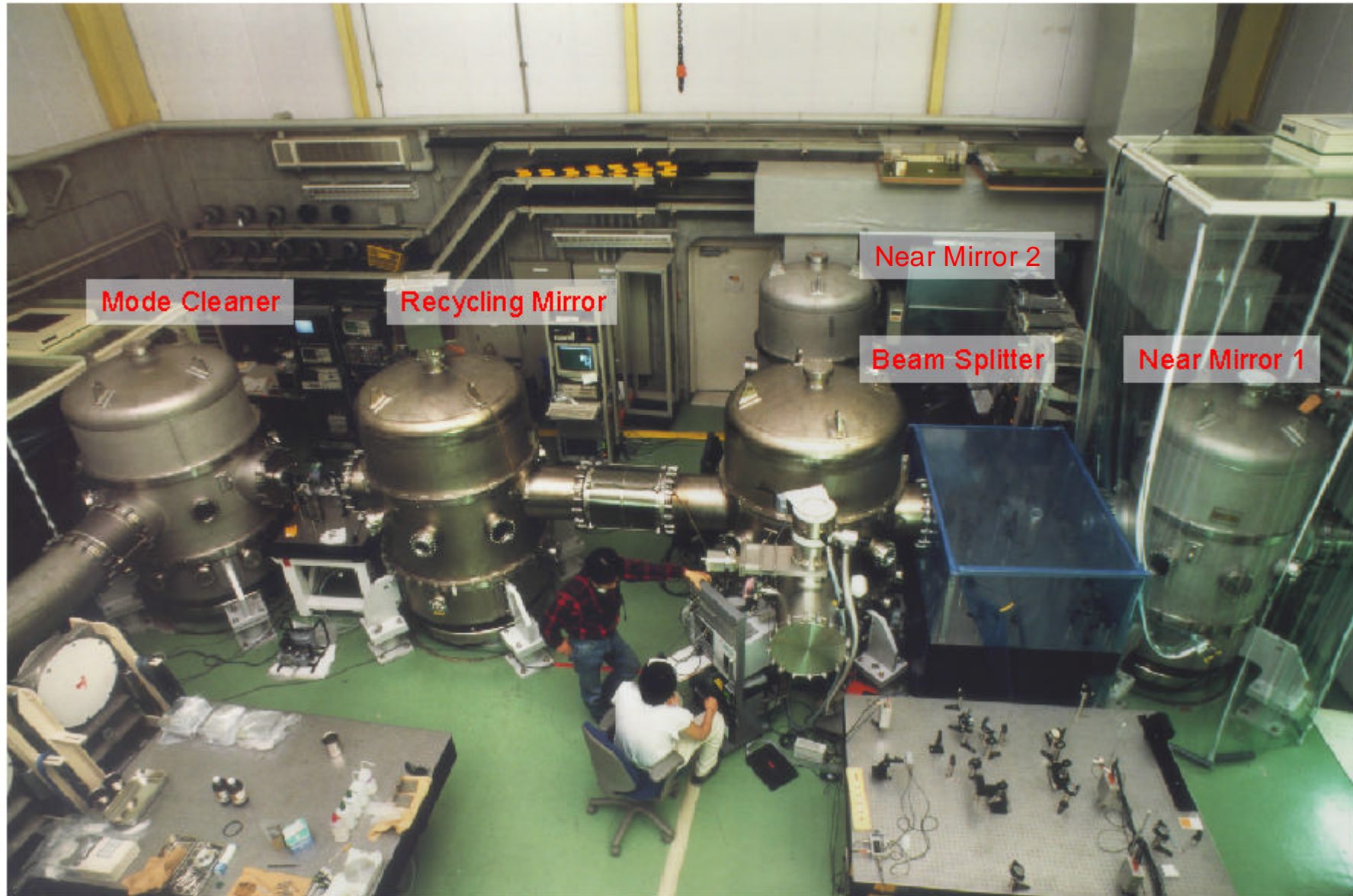
実証型検出器としての運用

$h_{\text{rms}} \sim 3 \times 10^{-21}$ (150Hz ~ 450Hz)

Bird's view of the site



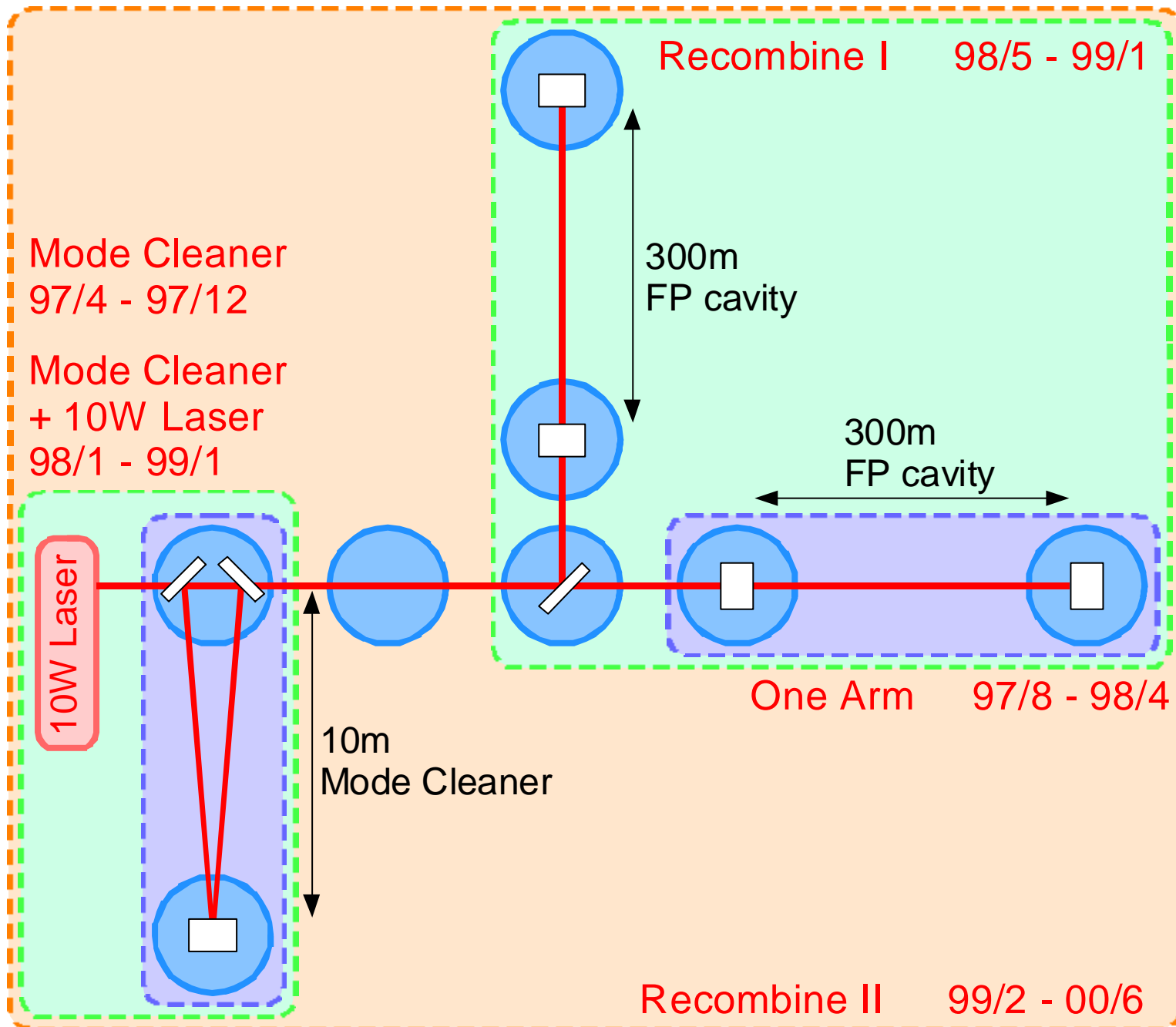
Center room



Vacuum duct of 300m length



これまでのTAMA300の進展



Mode Cleaner
97/4 - 97/12

Mode Cleaner
+ 10W Laser
98/1 - 99/1

Recombine I 98/5 - 99/1

300m
FP cavity

300m
FP cavity

One Arm 97/8 - 98/4

Recombine II 99/2 - 00/6

10m
Mode Cleaner

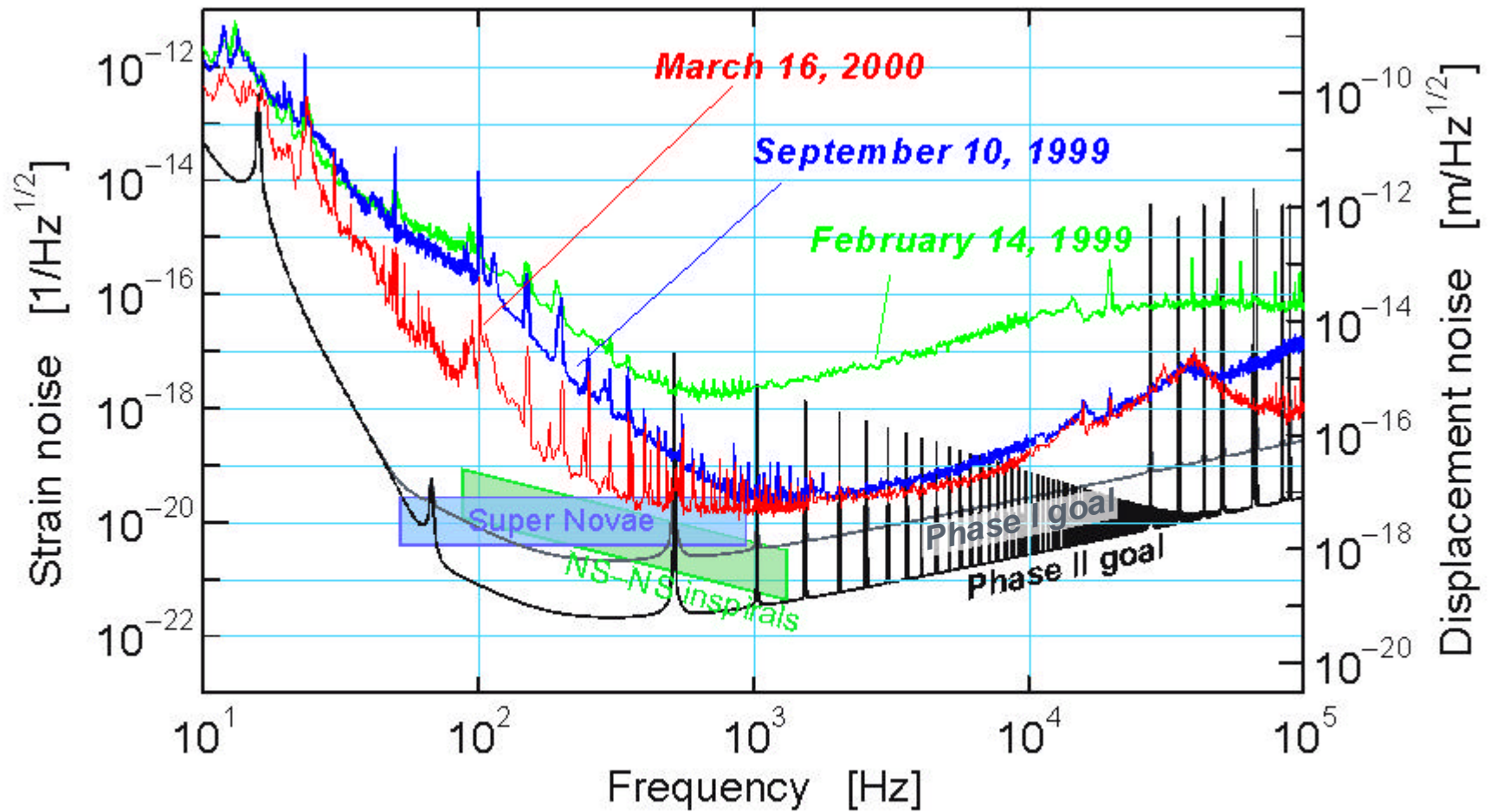
- 1995 Project開始
- 1996 施設建設
- 1997 真空装置設置

1999/8 Data Taking 1
10hours

1999/9 Data Taking 2
30hours

TAMA300開発の現状

● 感度の向上



最高感度 $4 \times 10^{-18} \text{ m}/\text{Hz}$ \Rightarrow $h = 1 \times 10^{-20} / \text{Hz}$

全周波数帯で感度の改善 \Rightarrow とくに1kHz以下

TAMA300開発の現状(2)

● 感度向上のキーポイント

鏡の姿勢(アラインメント)制御系雑音低減

光検出器の改良

アラインメント制御 光路長カップリングの低減

コイルドライバー交換

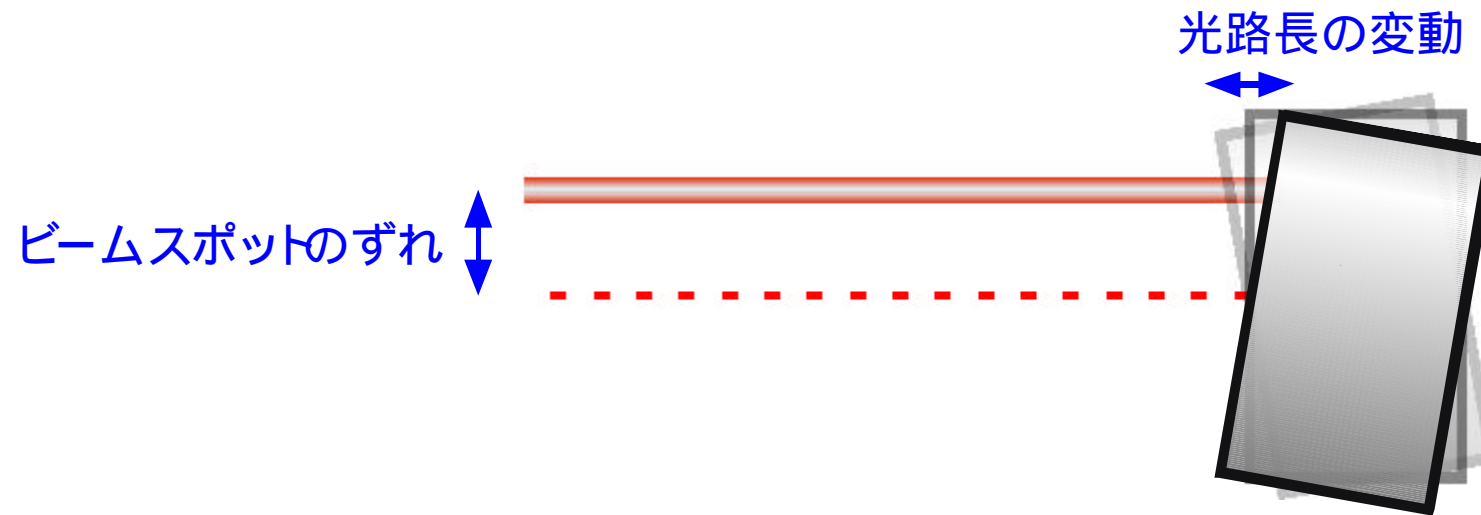
検出系回路の改良

散乱光対策

アラインメント制御による雑音(1)

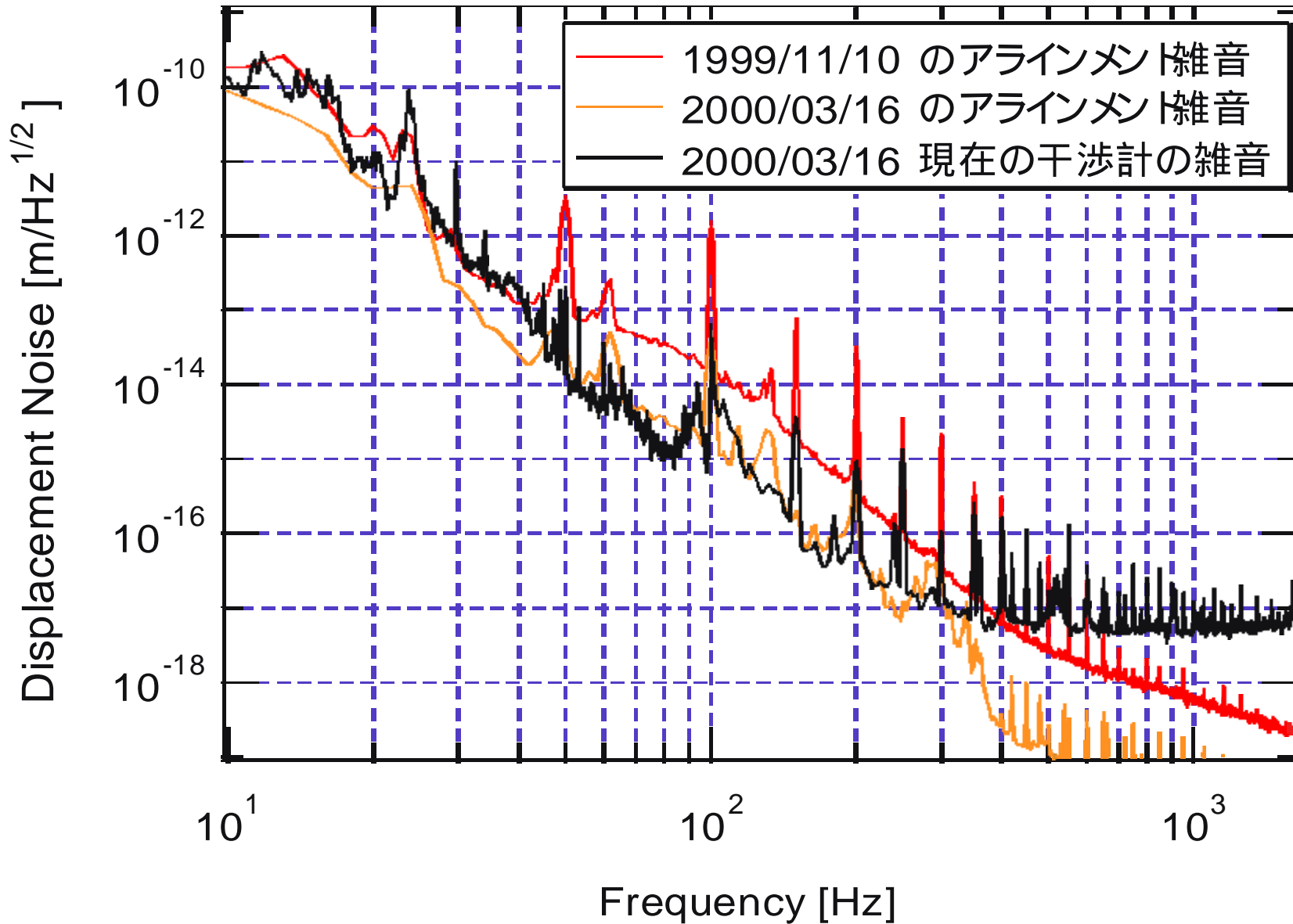
●雑音のメカニズム

～ 角度揺れから光路長へのカップリング



- ⑥ アラインメント制御系の4分割光検出器の低雑音化
- ⑥ アラインメント制御用アクチュエータのバランス調整
フィルタによる狭帯域化

アラインメント制御による雑音(2)

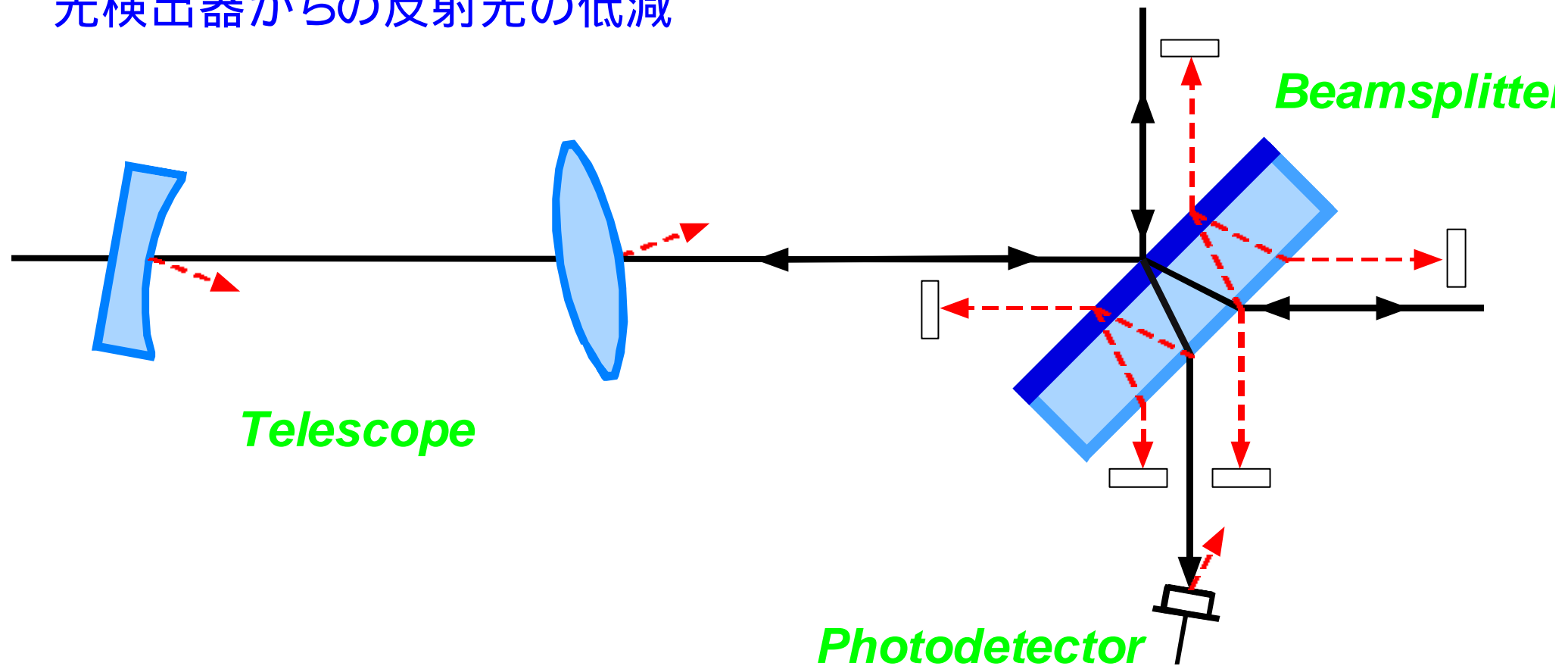


散乱光対策

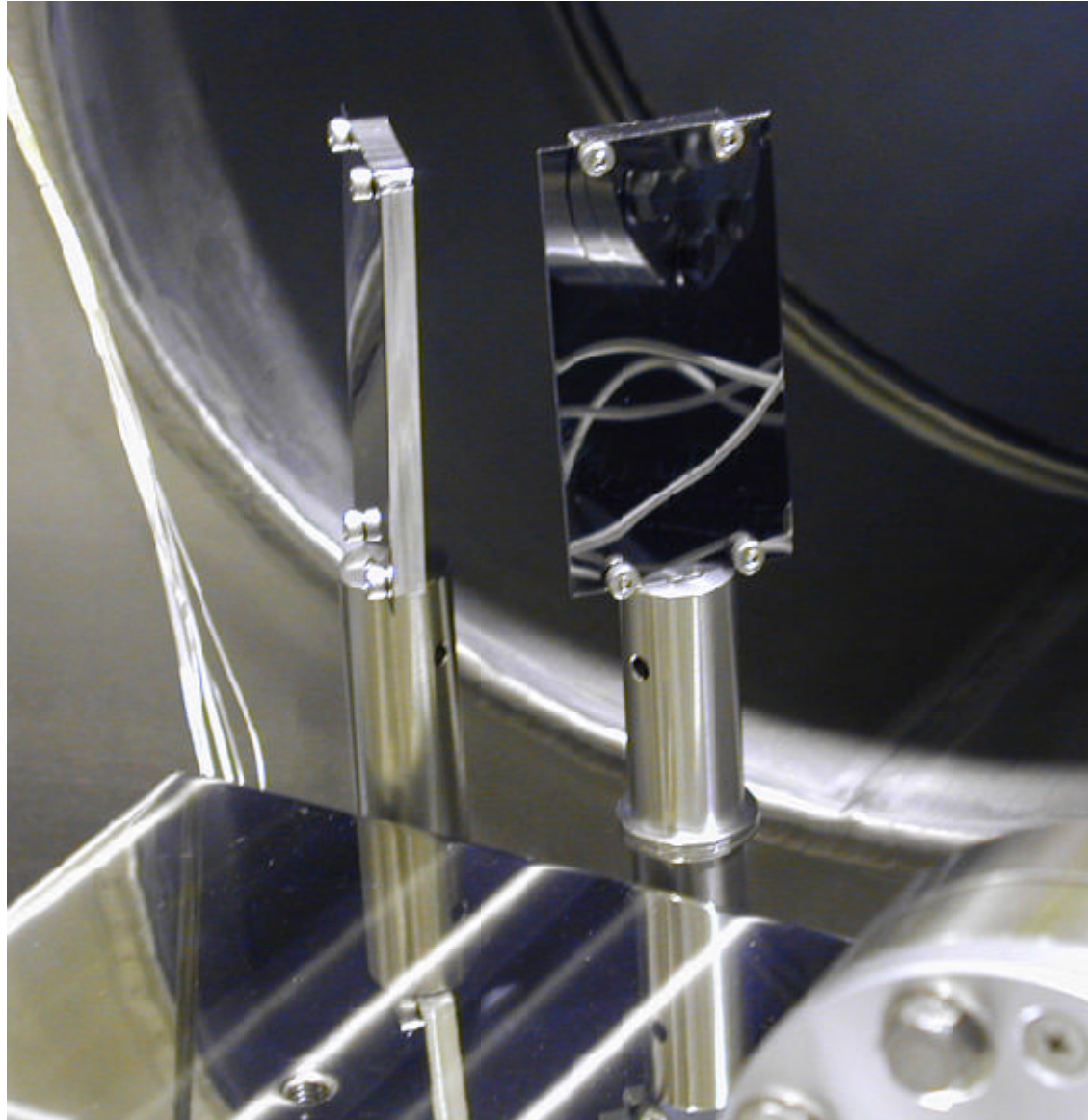
Telescopeのレンズの軸を傾ける

BeamsplitterのAR coating反射の低減 ~ Diamond Like Carbon板

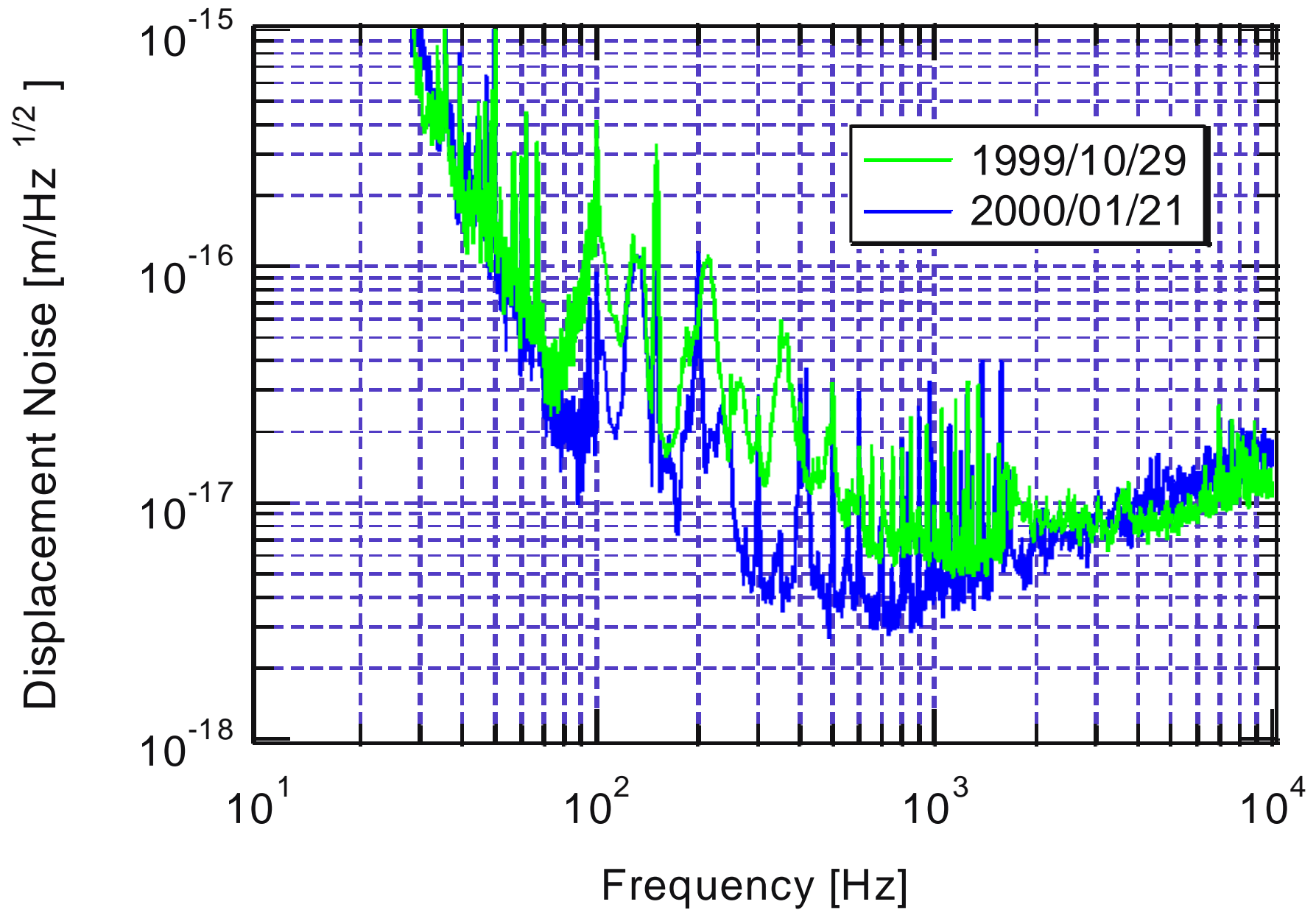
光検出器からの反射光の低減



Diamond Like Carbon



散乱光对策(2)



Identified noise sources

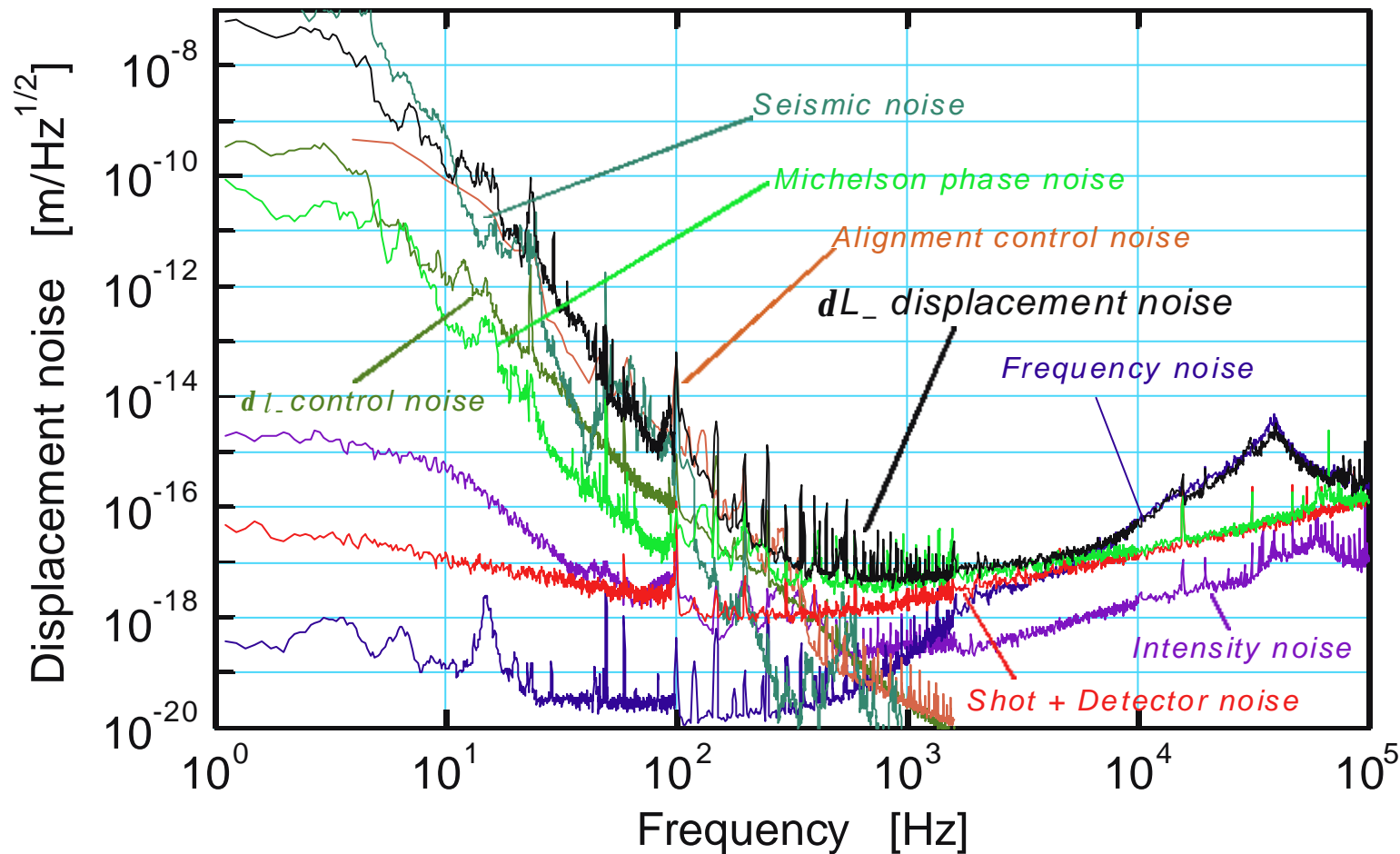
● 感度を制限する雑音

発生個所は識別済

感度の良い周波数帯での雑音源

アライメント系の雑音 / マイケルソン部の雑音

Displacement noise level of TAMA300 (March 16, 2000)



TAMA300開発の現状(3)

● 安定度の向上

主干涉計アライメント制御

4分割光検出器へのスポットの自動センタリング

低周波制御ゲインを増加

モードクリーナーアライメント制御

DT2時約5%の入射光量変動 1%以下に減少

マスターレーザーの交換

長時間運転時の干涉計の定常性向上が期待できる

これからのTAMA300の展開

● TAMAプロジェクトの2年間延長

性能の向上を図りつつ、重力波検出器として運用

検出器としての性能の向上(高感度化・安定度向上)

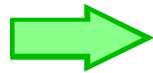
能動防振装置の導入
鏡懸架装置の改造



低周波側の感度の改善

データの取得

小規模・断続的なrun



検出器としてのポテンシャルの確認

観測データから干渉計開発へのフィードバック

月単位の連続run



長時間運転時の

検出器の診断・統計

運用体制づくり

解析スキーム確立

Schedules

2000/4

2000/7

2000/9

2001/1

2001/3

1st Year

Observation

**Installation & Shakedown of
Active isolator / New Suspension**

Observation

Improvement of Sensitivity & Stability

2002/10

2002/3

2nd Year

**Observation
&
Improvement**

**Drastic Change
of
Seismic filter / Optical config.**

Summary

TAMA300 :

現在、世界で最も感度の高い干渉計型重力波検出器

現在も感度・安定度を改善し続けている

現在の最高感度 :

4×10^{-18} m/ Hz @ 600 ~ 1kHz  $h = 1 \times 10^{-20}$ / Hz

プロジェクトの2年延長が承認された

近日: 短期観測の予定  検出器の性能のチェック

2ヶ月程度の本格観測を数回

引き続き高感度化および観測準備をすすめてゆく