

# 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 XVII (検出器改良)

国立天文台, 東大天文<sup>A</sup>, 東大宇宙線研<sup>B</sup>, 東大理<sup>C</sup>, 東大新領域<sup>D</sup>,  
阪市大<sup>E</sup>, 情報通信研究機構<sup>F</sup>, 電通大<sup>G</sup>, TAMA Collaboration<sup>H</sup>

新井宏二, 佐藤修一, 高橋竜太郎, 阿久津智忠<sup>A</sup>, 中川憲保<sup>B</sup>, 辰巳大輔, 常定芳基,  
福嶋美津広, 山崎利孝, 三代木伸二<sup>B</sup>, 長野重夫<sup>F</sup>, 安東正樹<sup>C</sup>, 森脇成典<sup>D</sup>, 武者満<sup>G</sup>,  
神田展行<sup>E</sup>, 三尾典克<sup>D</sup>, 川村静児, 藤本眞克, 坪野公夫<sup>C</sup>, 大橋正健<sup>B</sup>, 黒田和明<sup>B</sup>,  
他TAMA Collaboration<sup>H</sup>

# 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)

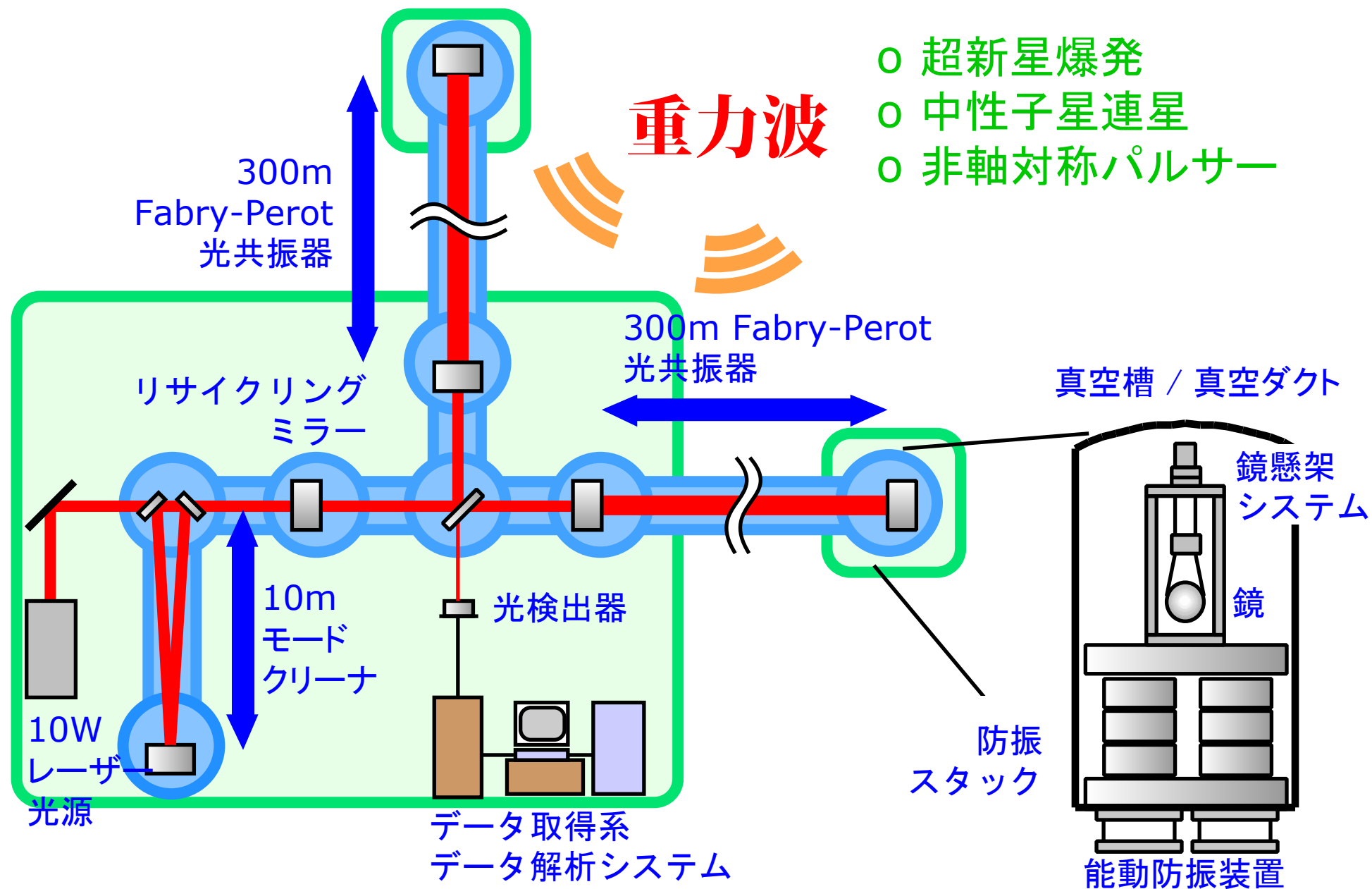
## ● TAMA300の目的

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)



# TAMA300検出器 ～ 概略



# 100Hz～1kHz帯の改良

## ●中性子星連星合体への感度

これまでに得られたTAMA300の感度

⇒ 銀河系内での中性子星連星合体を受けられることができる感度

より遠方を観測したい

⇒ 100Hz～1kHz帯での感度の改善

## ●Recycled Michelson干渉計実験

散乱光雑音の低減

## ●Recycled Fabry-Perot Michelson干渉計実験

Recycled Fabry-Perot干渉計としての動作の復帰作業

# Recycled Michelson 実験

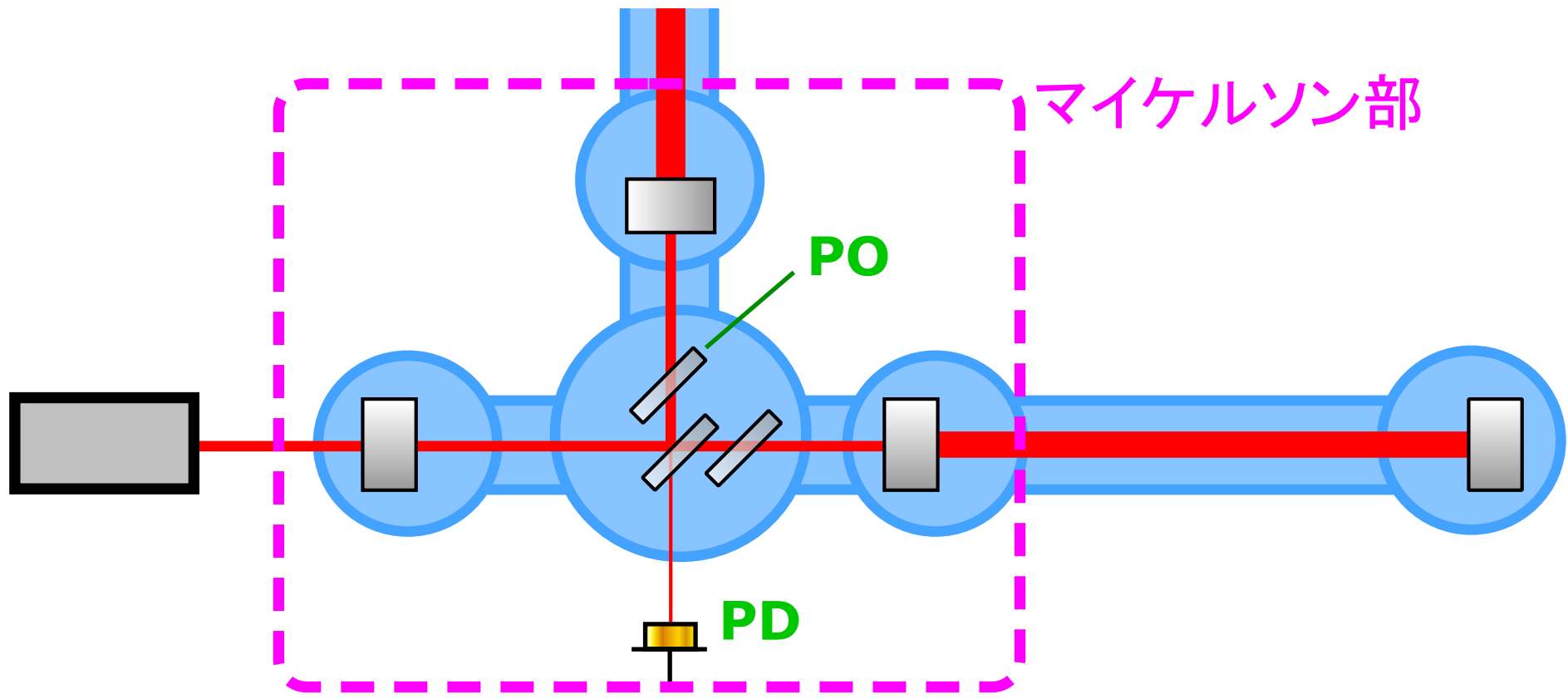
## ●RFPMIのマイケルソン干渉計部

重力波信号への現れ方: 腕光路変動とくらべると1/300の感度しかない

⇒ 腕よりも300倍以上ゆれると雑音となって出てくる

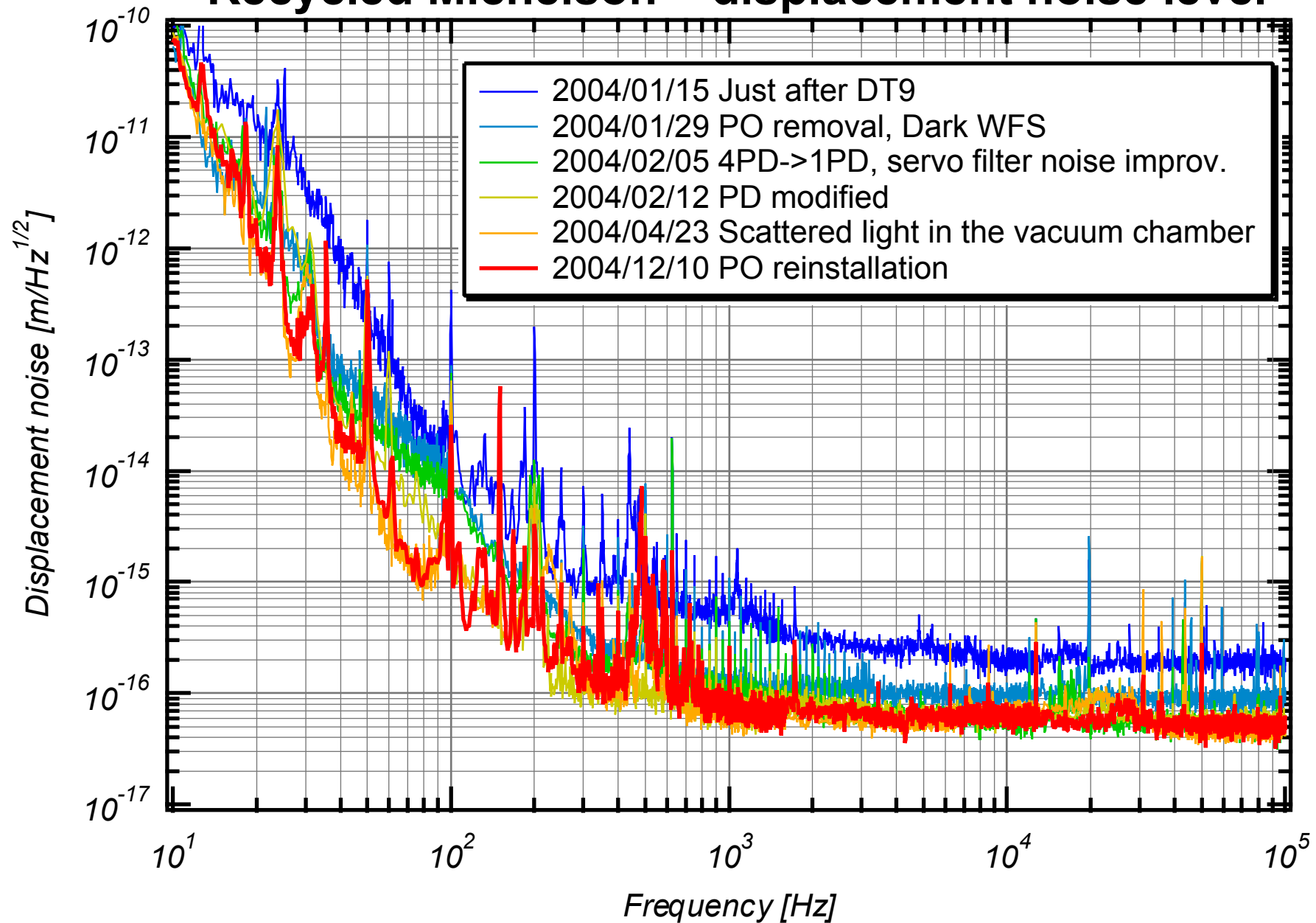
マイケルソン部は腕共振器とくらべると複雑な光学系

⇒ リコンバインによる雑音・散乱光雑音などの心配



# Recycled Michelson Interferometer ~ 感度の向上

## Recycled Michelson ~ displacement noise level



# 散乱光雑音

## ● 後方散乱モデル

後方散乱: 干渉計からの出力光

⇒ 光学素子などで散乱・一部がメインビームの  
空間モードと一致

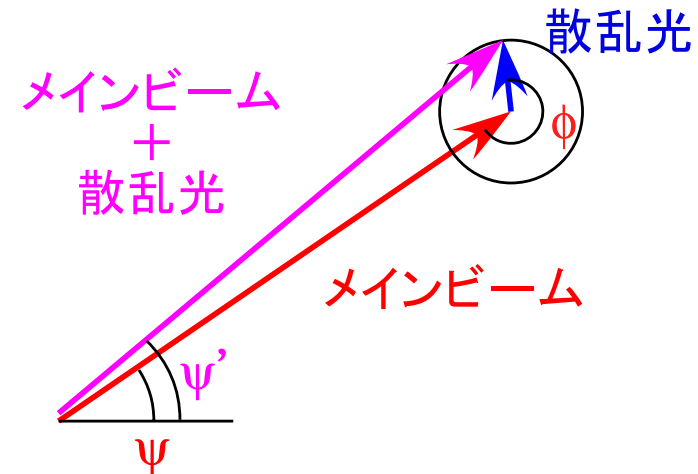
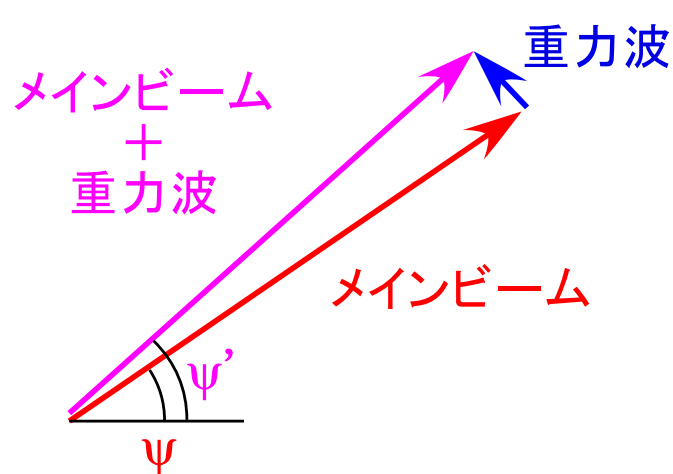
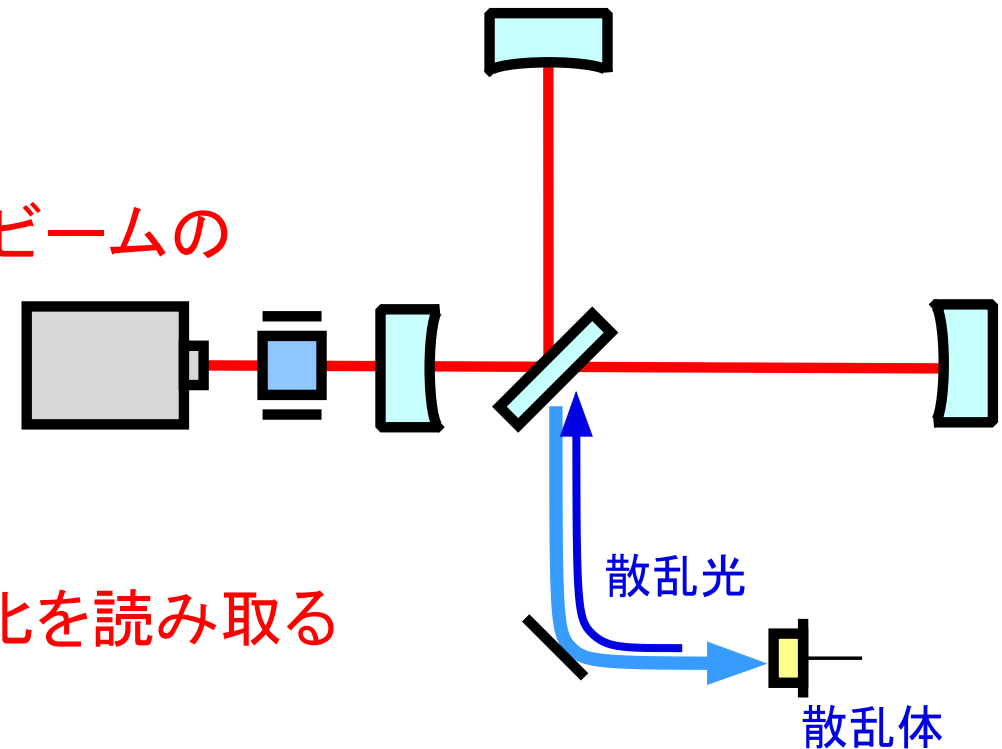
## ● 散乱光雑音

重力波検出器

⇒ 各腕でレーザー光に生じた位相変化を読み取る

散乱光

⇒ 干渉計のレーザー光と任意位相で結合し、位相揺動を生じる

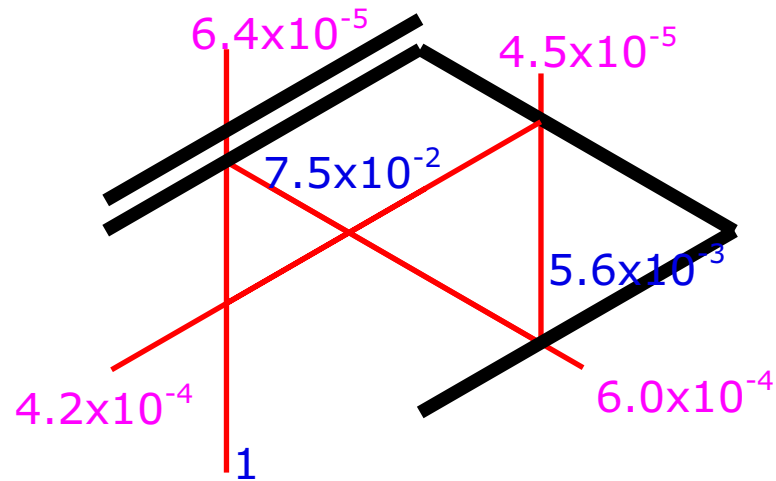


# 散乱光雑音対策

## ● 散乱光を減らす

不要光処理 ⇒ 基本的に光学研磨されていない表面は使用しない

ND Filter ⇒ 透過・反射を0.05%以下に減衰



## ● 散乱パス変動の抑制

散乱体の防振・防音

真空中に入れる・光学系の簡素化

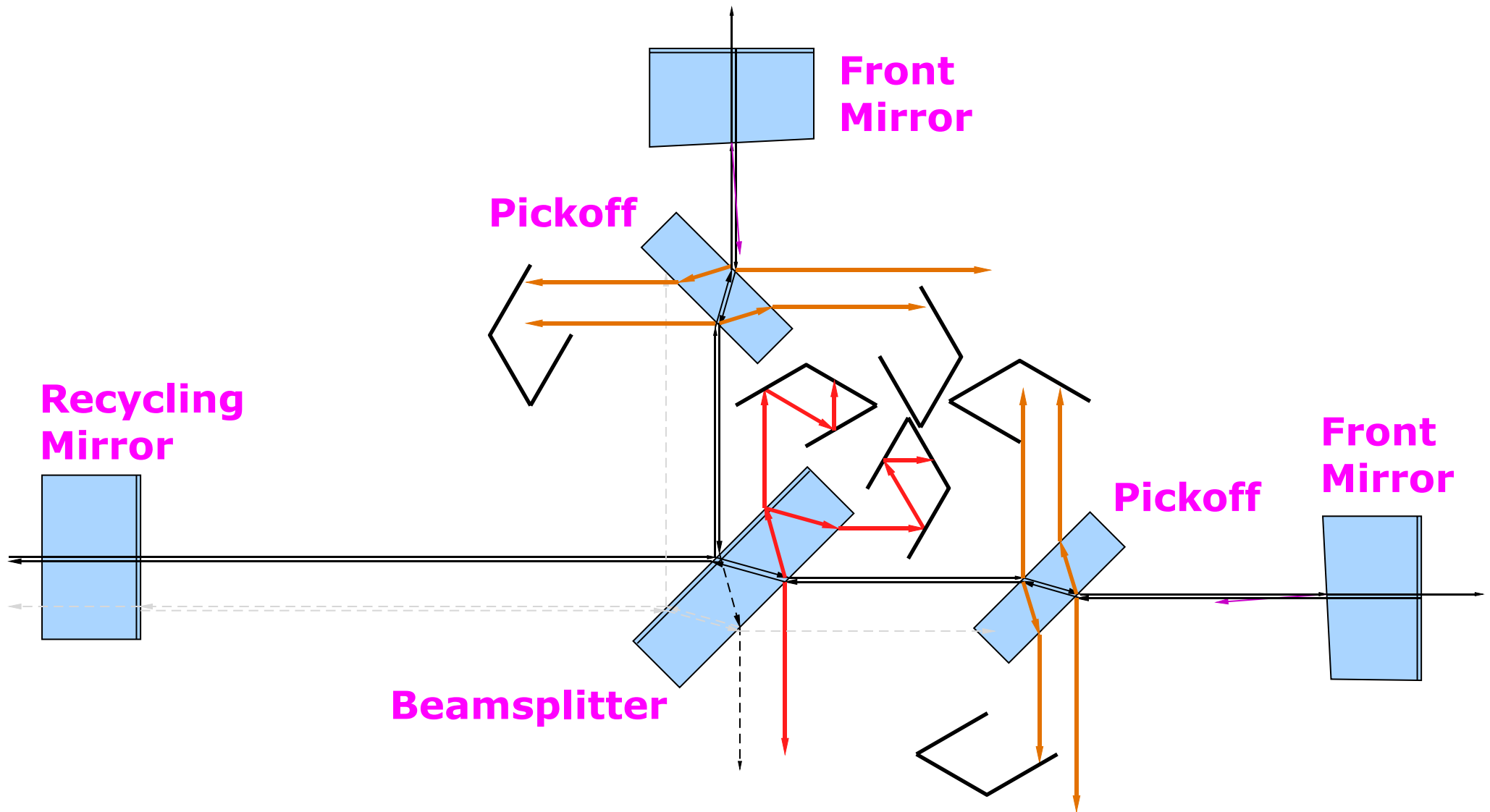




# 散乱光雑音対策

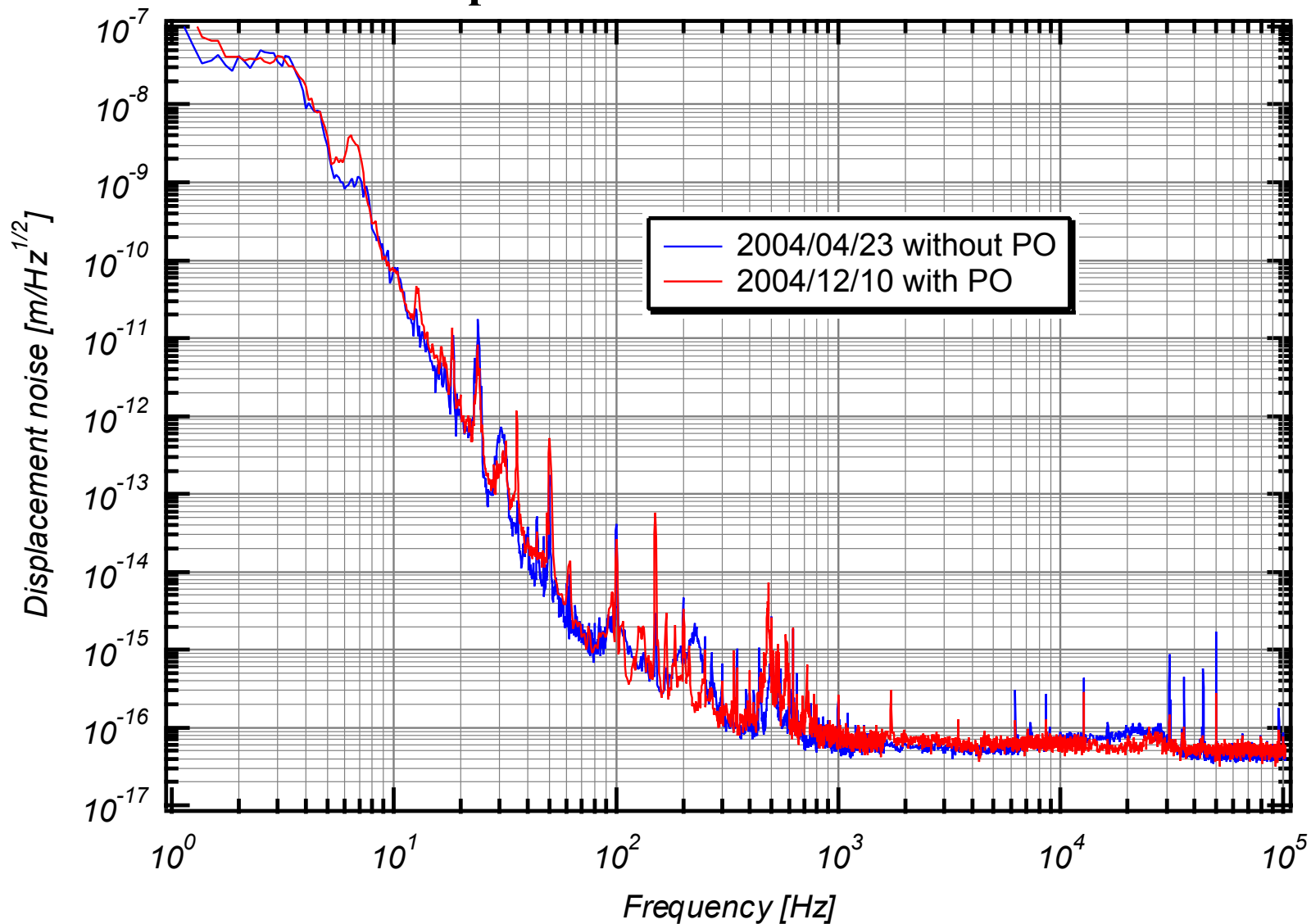
## ●再導入時の真空槽内beamdumpの配置

Pickoff/Beamsplitterの不要反射光をND Filterによるbeamdumpで処理



# Recycled Michelson 感度

## Displacement noise level of RMI

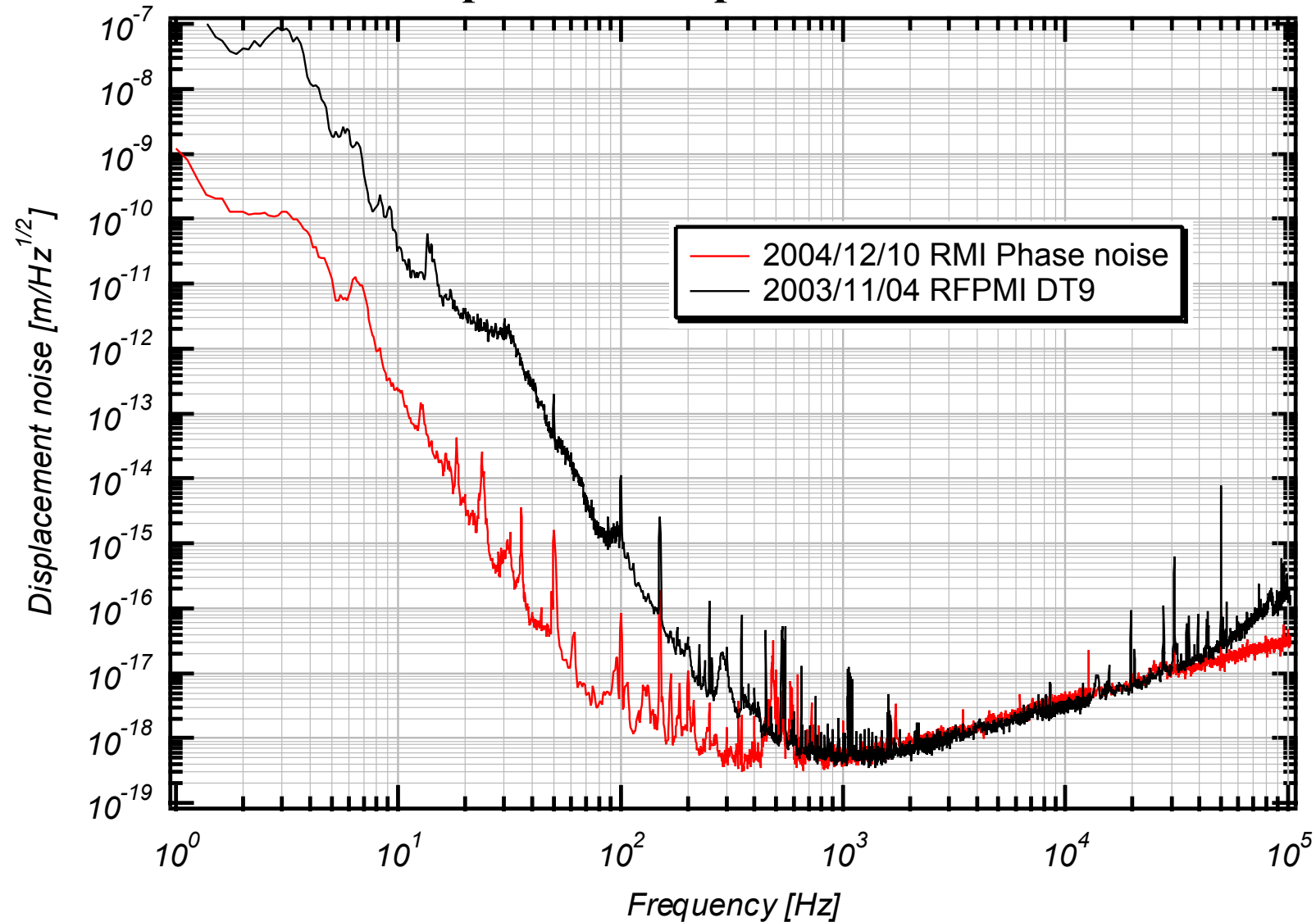


Pick Offを導入しても雑音を抑制できた

# Recycled Michelson noiseのレベル

RMI雑音レベルをRFPMI感度への寄与に焼きなおす

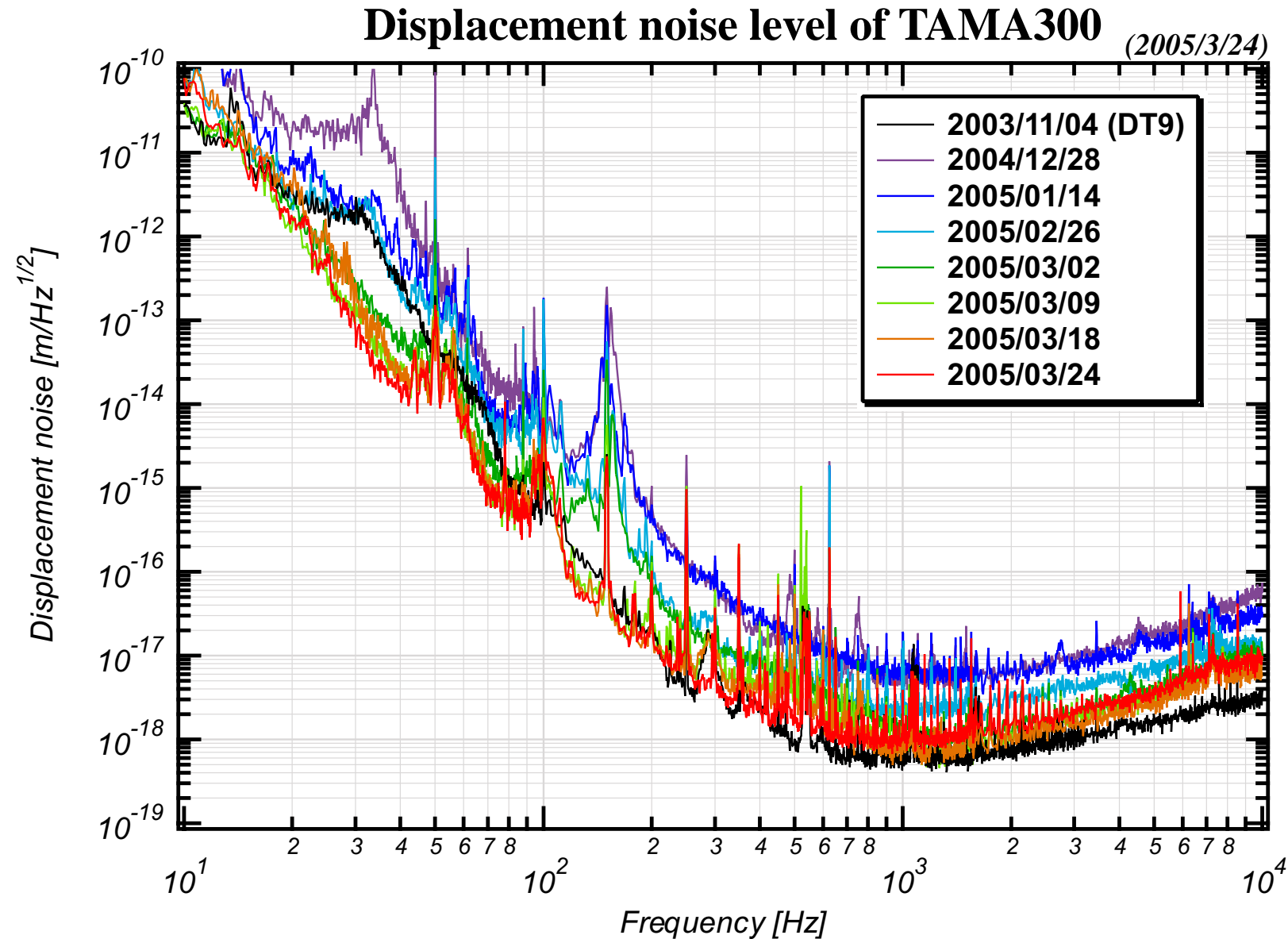
Expected RMI phase noise level



# Recycled Fabry-Perot Michelson 実験

● 散乱光対策などの改良をTAMA300全体の感度へ反映させる

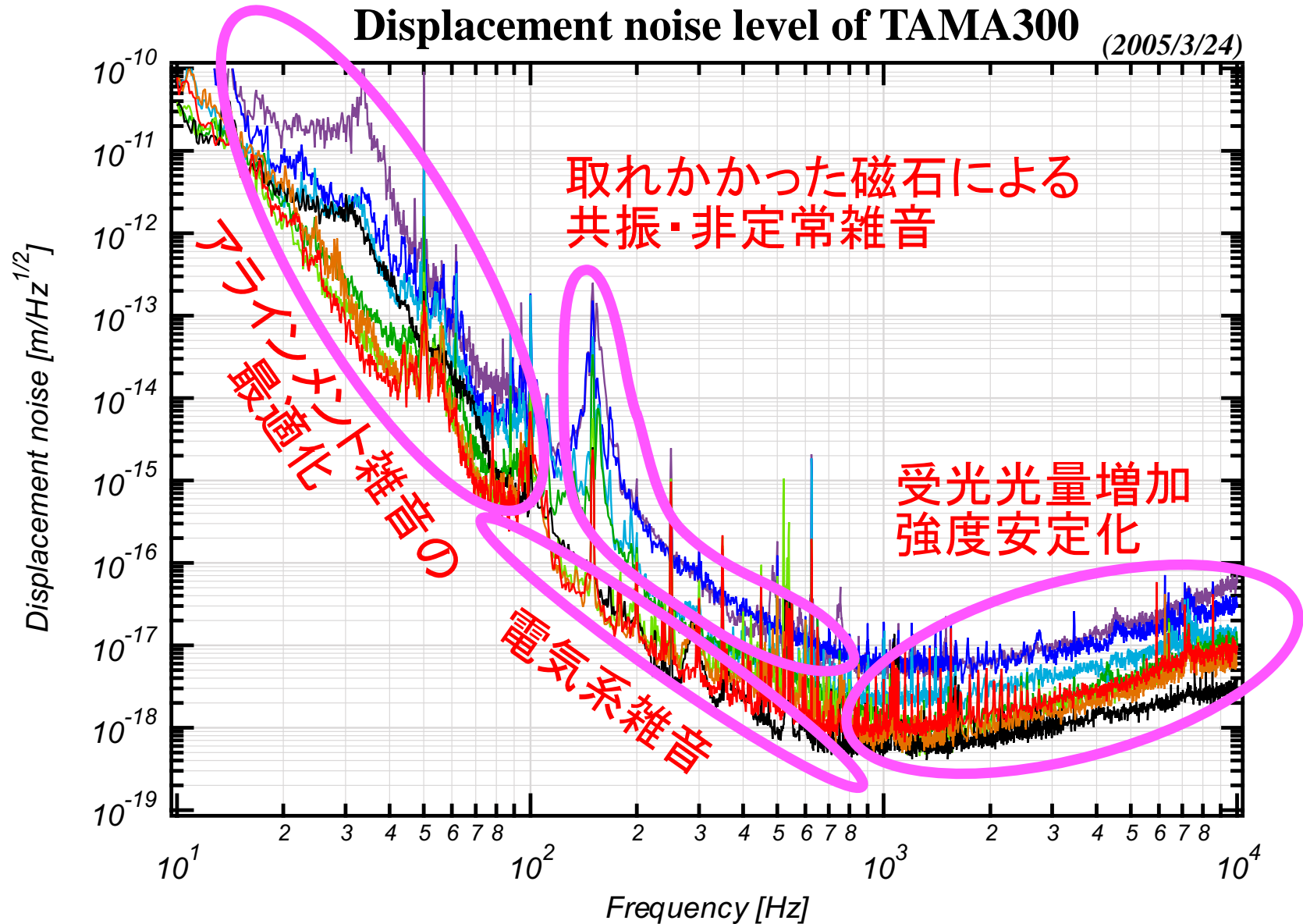
Recycled Fabry-Perot Michelson 干渉計の動作復旧



# Recycled Fabry-Perot Michelson 実験

- 散乱光対策などの改良をTAMA300全体の感度へ反映させる

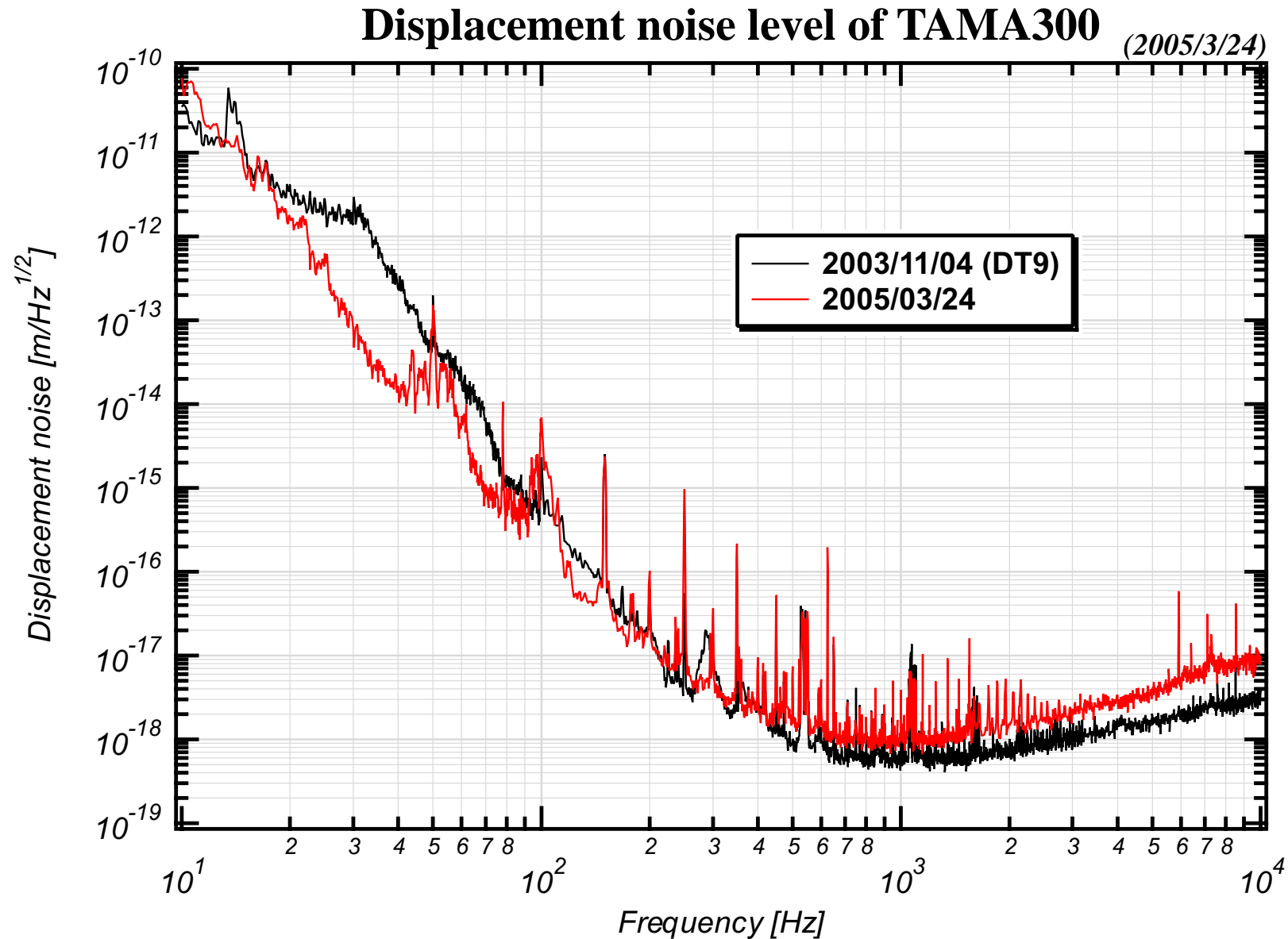
## Recycled Fabry-Perot Michelson 干渉計の動作復旧



# Recycled Fabry-Perot Michelson 実験

## ● 感度レベルの復旧～ほぼ完了

ようやく改良を適用できる段階まで来た



# まとめ

## ● 干渉計型重力波検出器TAMA300

中性子星連星合体への感度の向上

⇒ 100Hz～1kHzでの雑音低減が重要

## ● Recycled Michelson干渉計実験

散乱光雑音の低減

⇒ Pick Off Mirrorを導入しても、

これまで得られた最良のRMI雑音レベルを維持できた

## ● Recycled Fabry-Perot Michelson干渉計実験

Recycled Fabry-Perot干渉計としての動作の復帰作業

⇒ 以前のRFPMI雑音レベルにほぼ復帰

⇒ 今後RMI実験で得られた知見をRFPMIに適用していく

# 今後の雑音低減の方策

## ●各種雑音の寄与レベルの推定

## ●散乱光対策

真空中： 腕内散乱光対策バッフル・Dark Port真空槽

大気中： 光学テーブルの防音・防振・大口徑PD

## ●電気系の改良

変調用発振器の交換

クリーンな信号伝送: RF・AF・回り込み対策