



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 IX (検出器改良)

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

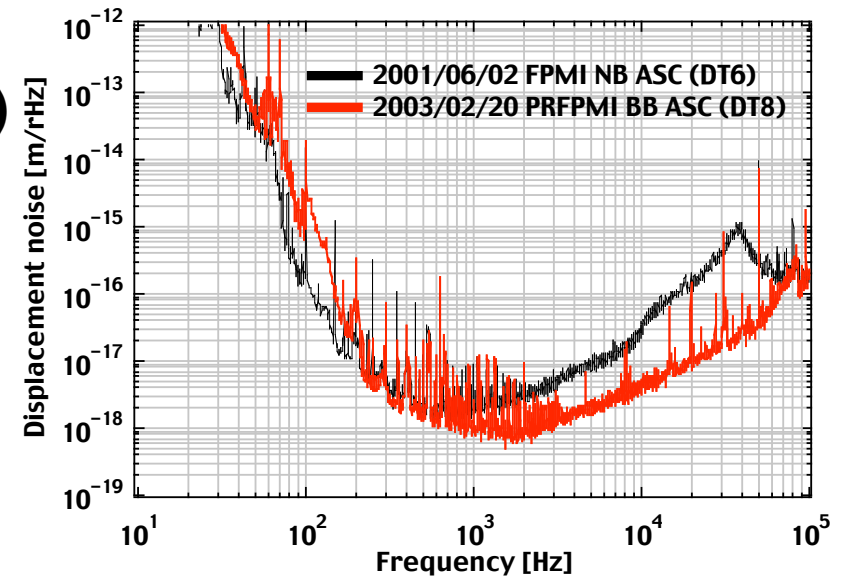
佐藤修一、新井宏二、阿久津智忠^A、高橋竜太郎、長野重夫、神田伸行^D、
辰巳大輔、常定芳基、安東正樹^A、三尾典克^C、森脇成典^C、武者満^E、
川村静児、福嶋美津広、山崎利孝、藤本眞克、坪野公夫^A、大橋正健^B、
黒田和明^B、他 The TAMA Collaboration

内容

- **干渉計実験の現状**
 - リサイクリング→観測→干渉計高感度化
 - 干渉計の雑音同定
- **Injection Lock 制御系の更新**
 - 制御サーボ回路計の更新
 - 干渉計感度への影響
 - *Injection lock loop* の雑音の干渉計への寄与
- **干渉計感度の現状**
 - 最新スペクトル感度
 - *Binary Range*
 - 干渉計感度履歴
- **今後とまとめ**

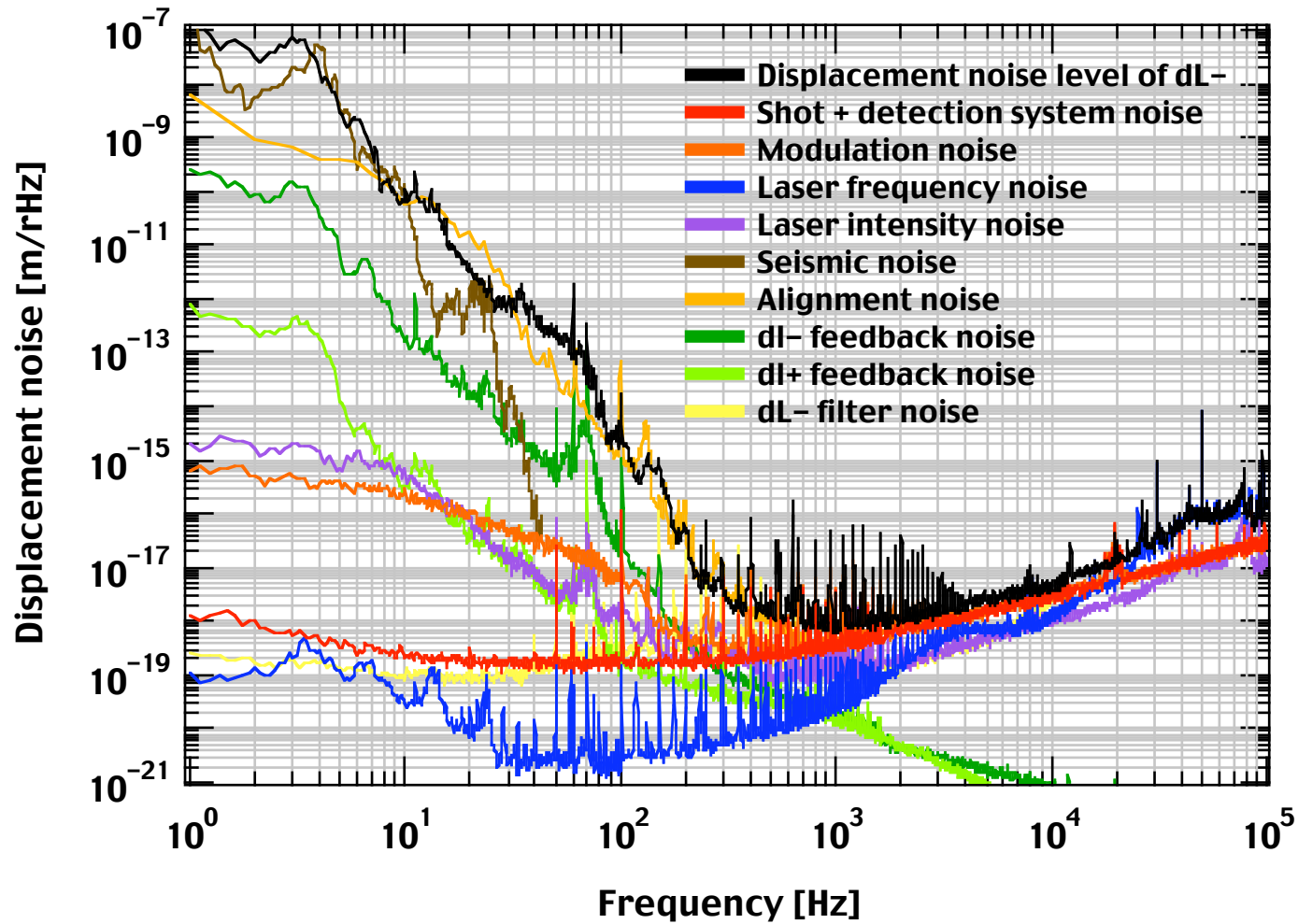
干渉計実験の現状(1)

- リサイクリング実験 (2001.12 ~)
 - リサイクリングゲイン4.5
 - 散射雑音領域高感度化 (周波数安定化・強度安定化・散乱光)
 - 干渉計鏡の全自由度姿勢制御
- 観測 DT7(2002.8~9)、DT8(2003.2 ~ 4)
 - リサイクリングで1000時間観測
 - Duty Cycle 81.3% (FPMIとかわらぬ安定度)
 - 検出効率の向上 (3倍)
- 干渉計高感度化 (ノイズハンティング)



干渉計実験の現状(2)

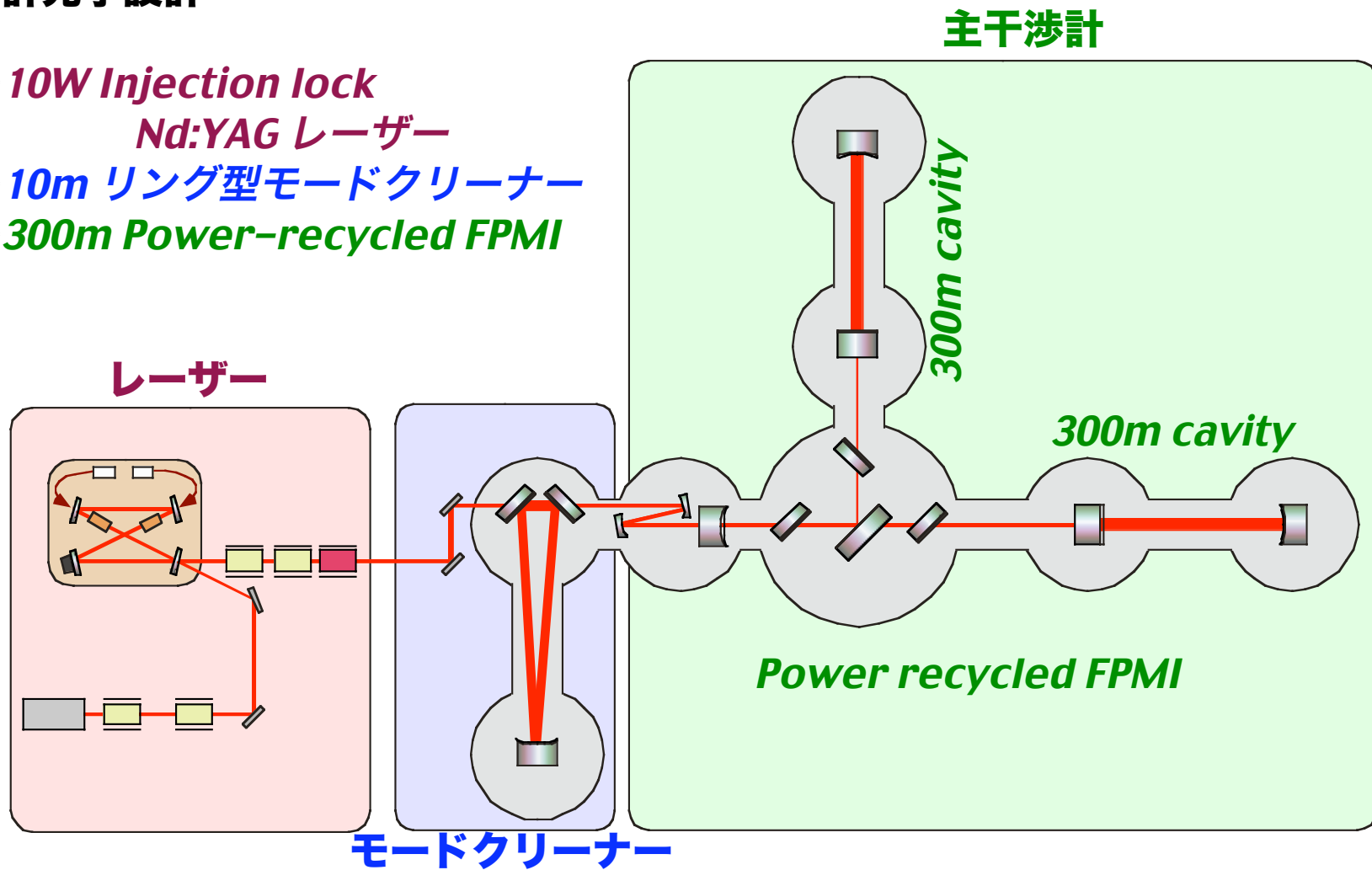
● 雑音同定の現状



Injection lock 制御系の更新(1)

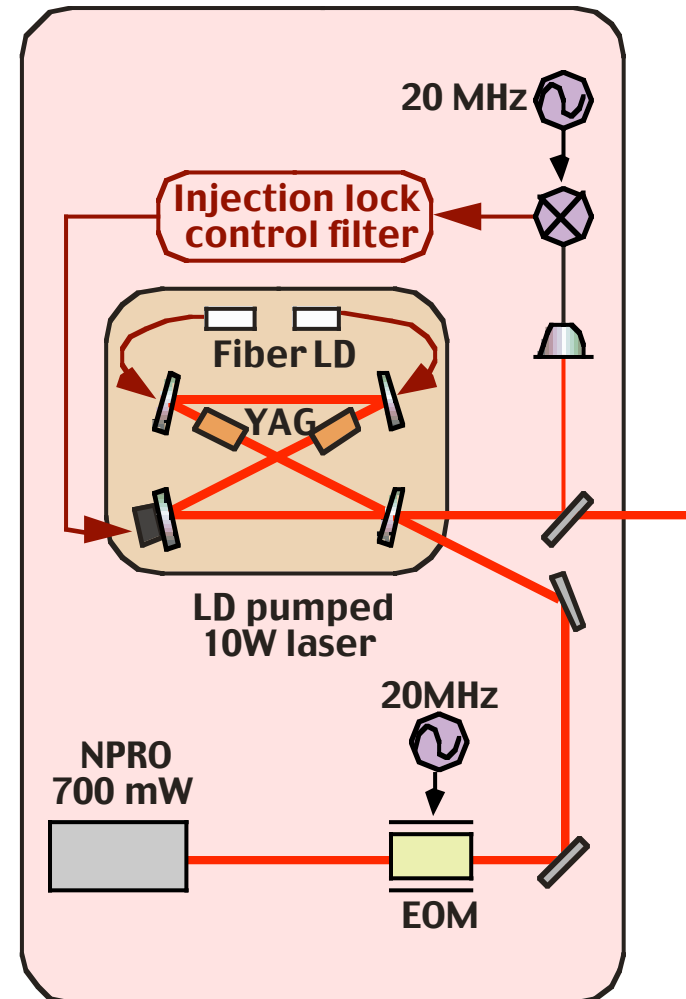
● 干渉計光学設計

- *10W Injection lock*
Nd:YAG レーザー
- *10m リング型モードクリーナー*
- *300m Power-recycled FPMI*



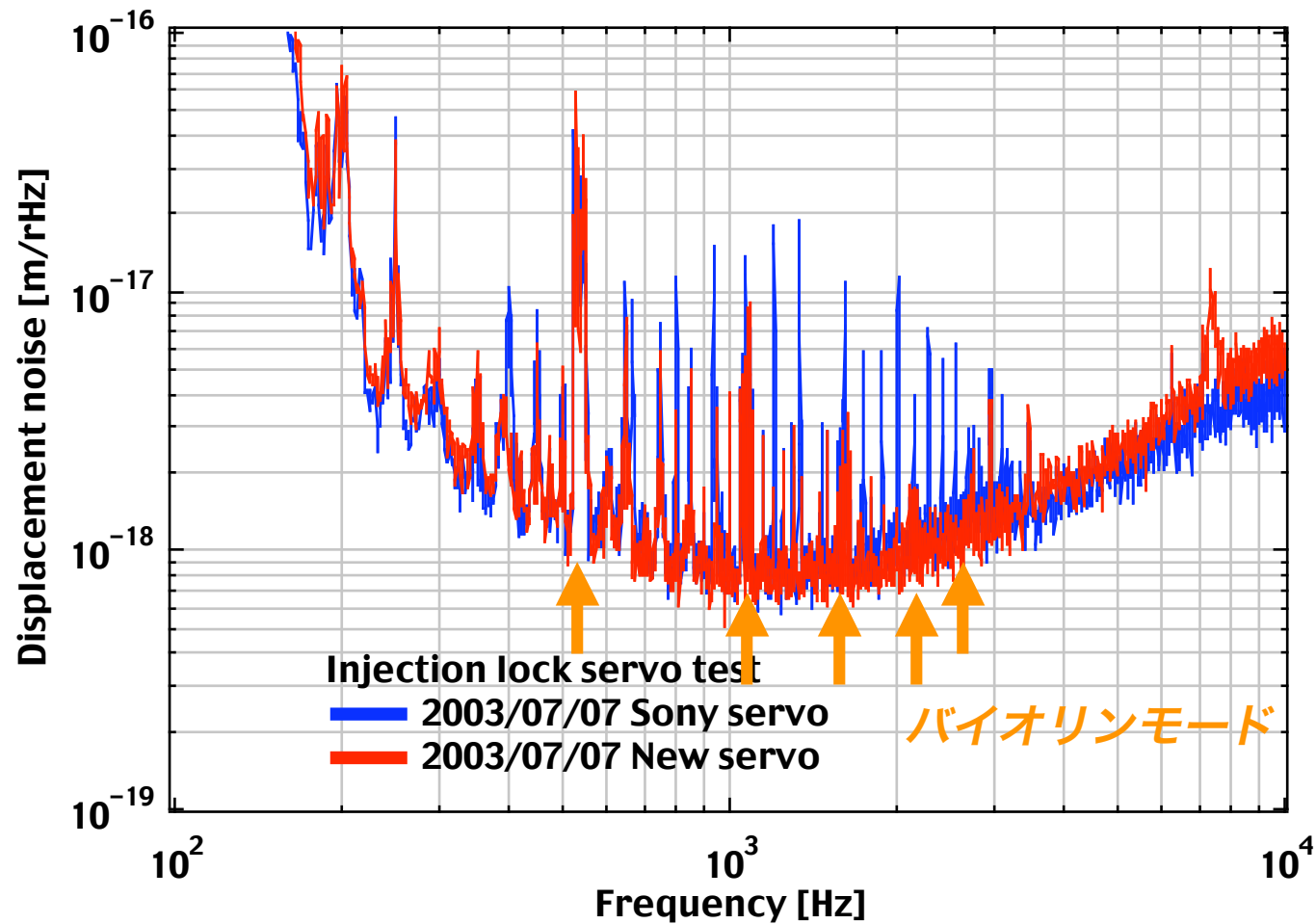
Injection lock 制御系の更新(2)

- 旧 Injection lock サーボ
 - 制御系の動作不安定性
 - 制御サーボ回路の雑音特性
- Injection lock サーボの更新
 - 動作の安定化
 - 回路系の低雑音化



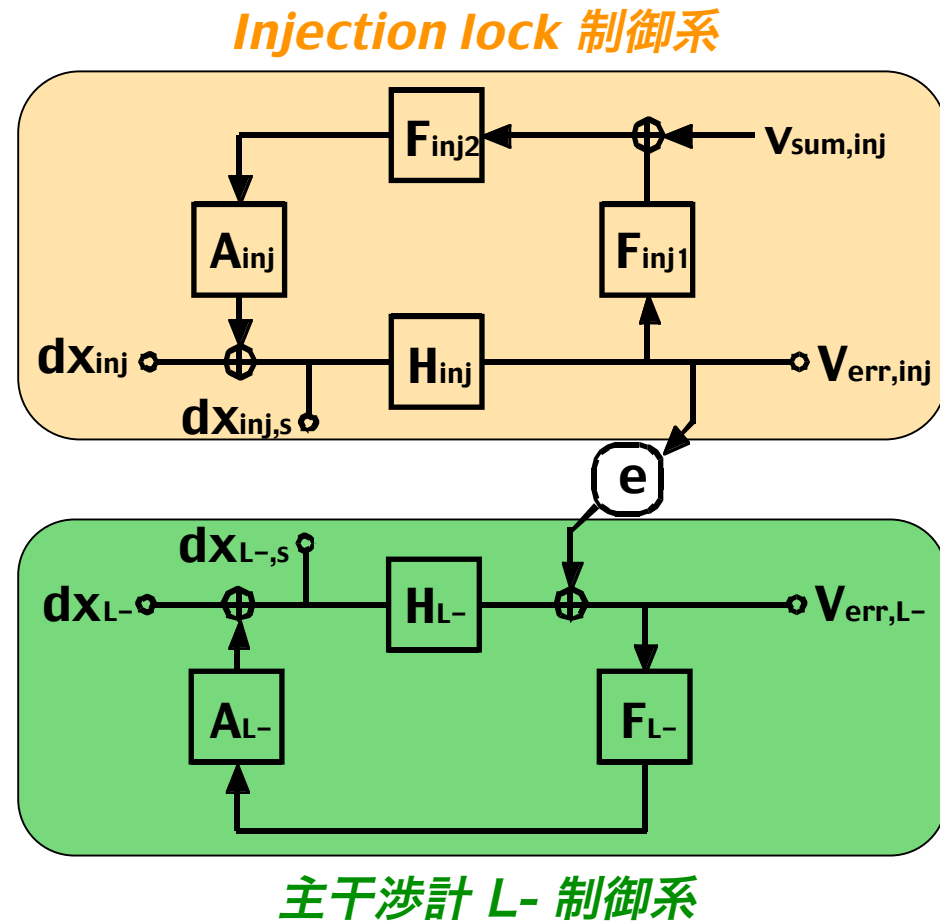
Injection lock 制御系の更新(3)

- ライン状雑音の低減@数100~3kHz



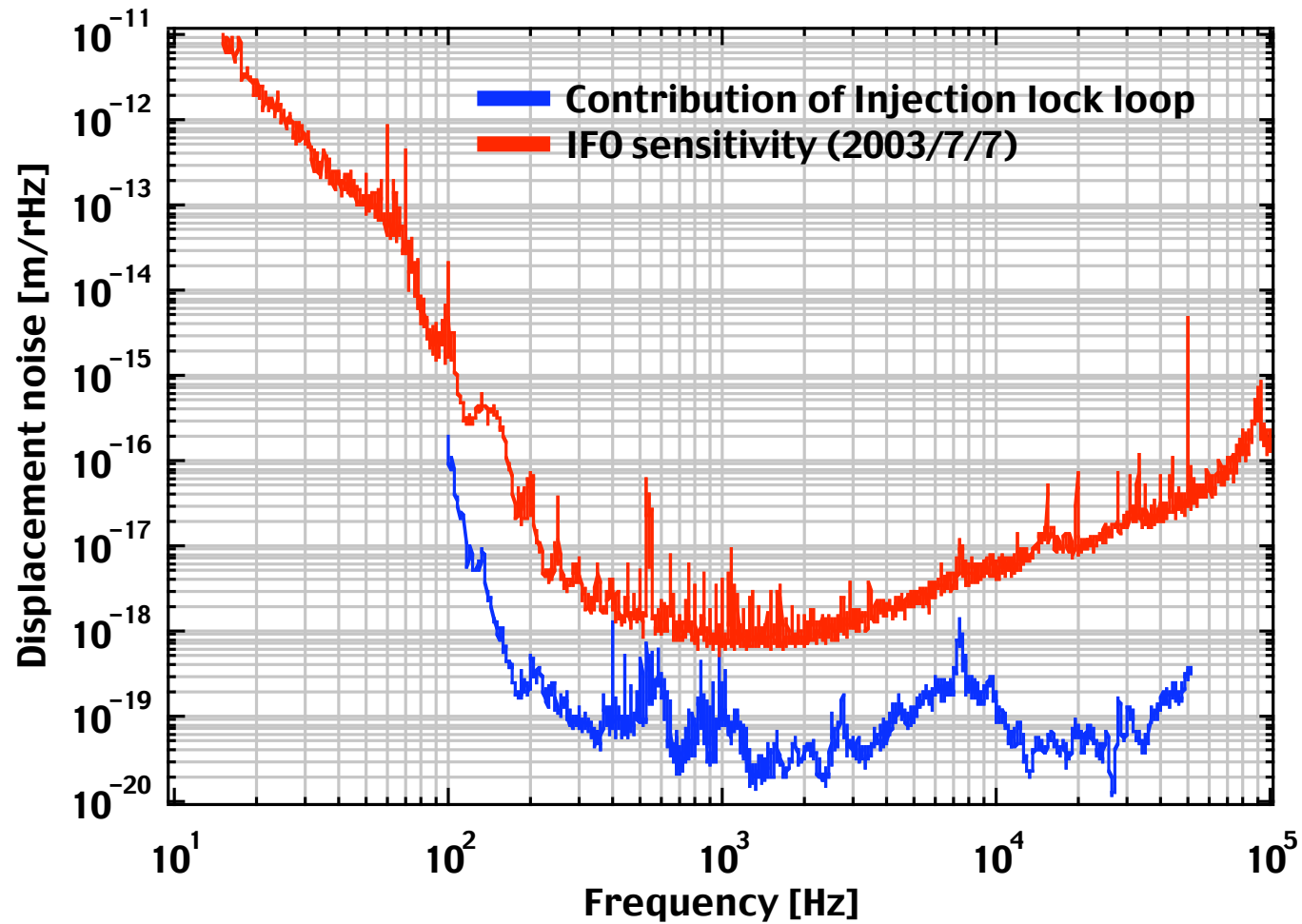
Injection lock 制御系の更新(4)

- Injection lock loop の雑音スペクトルの干渉計雑音への寄与(1)
- *Injection lock loop* から
 主干渉計 L- への雑音の混入
 - カップリング e とする
- ピークをたてることによる
 雑音レベルの推定



Injection lock 制御系の更新(5)

- Injection lock loop の雑音スペクトルの干渉計雑音への寄与(2)

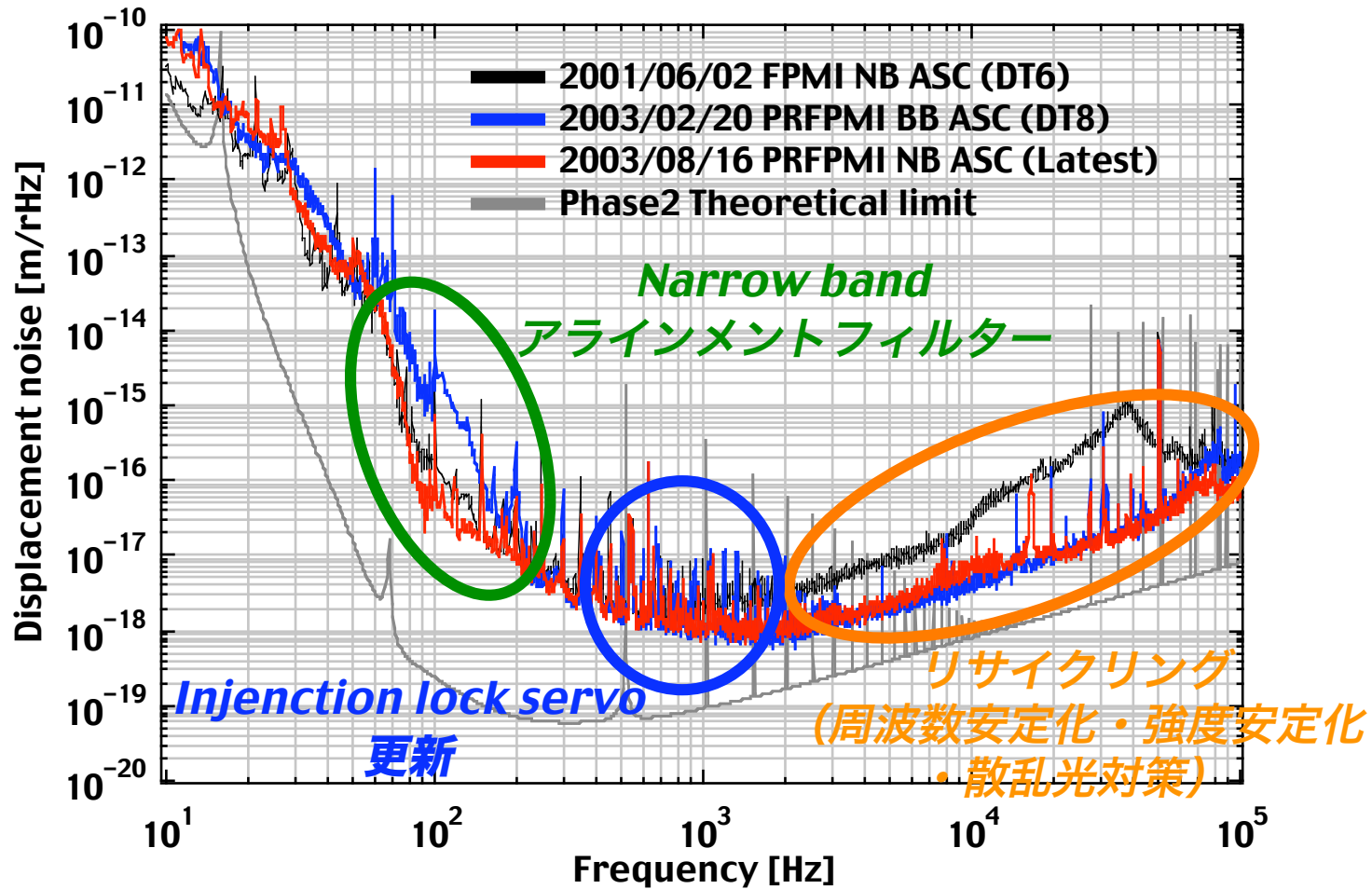


干渉計感度の現状(1)

● 到達変位感度レベル

$8 \times 10^{-19} [\text{m}/\text{Hz}^{-1/2}] @ 1.5 \text{kHz}$

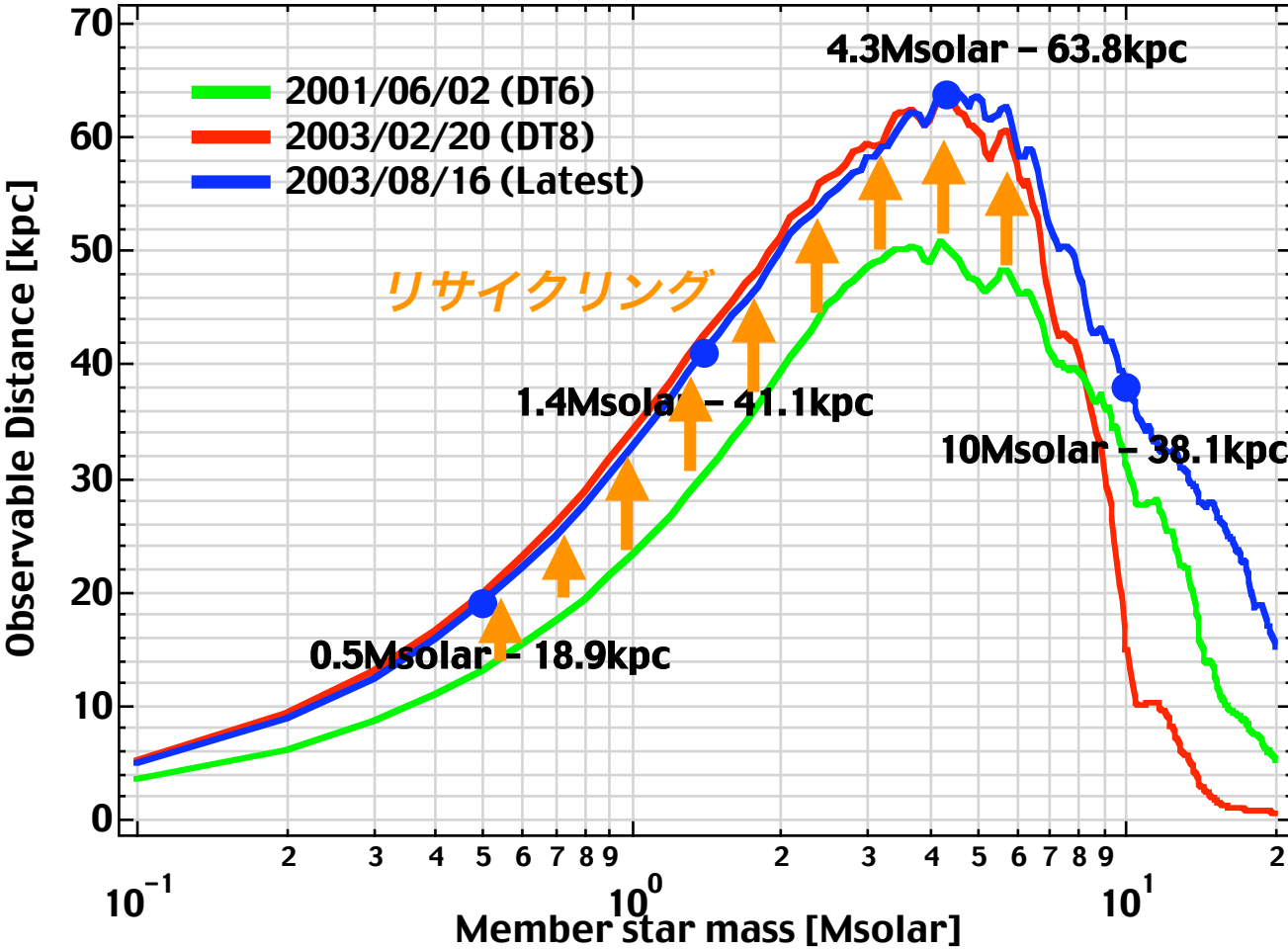
$4 \times 10^{-17} [\text{m}/\text{Hz}^{-1/2}] @ 100 \text{Hz}$





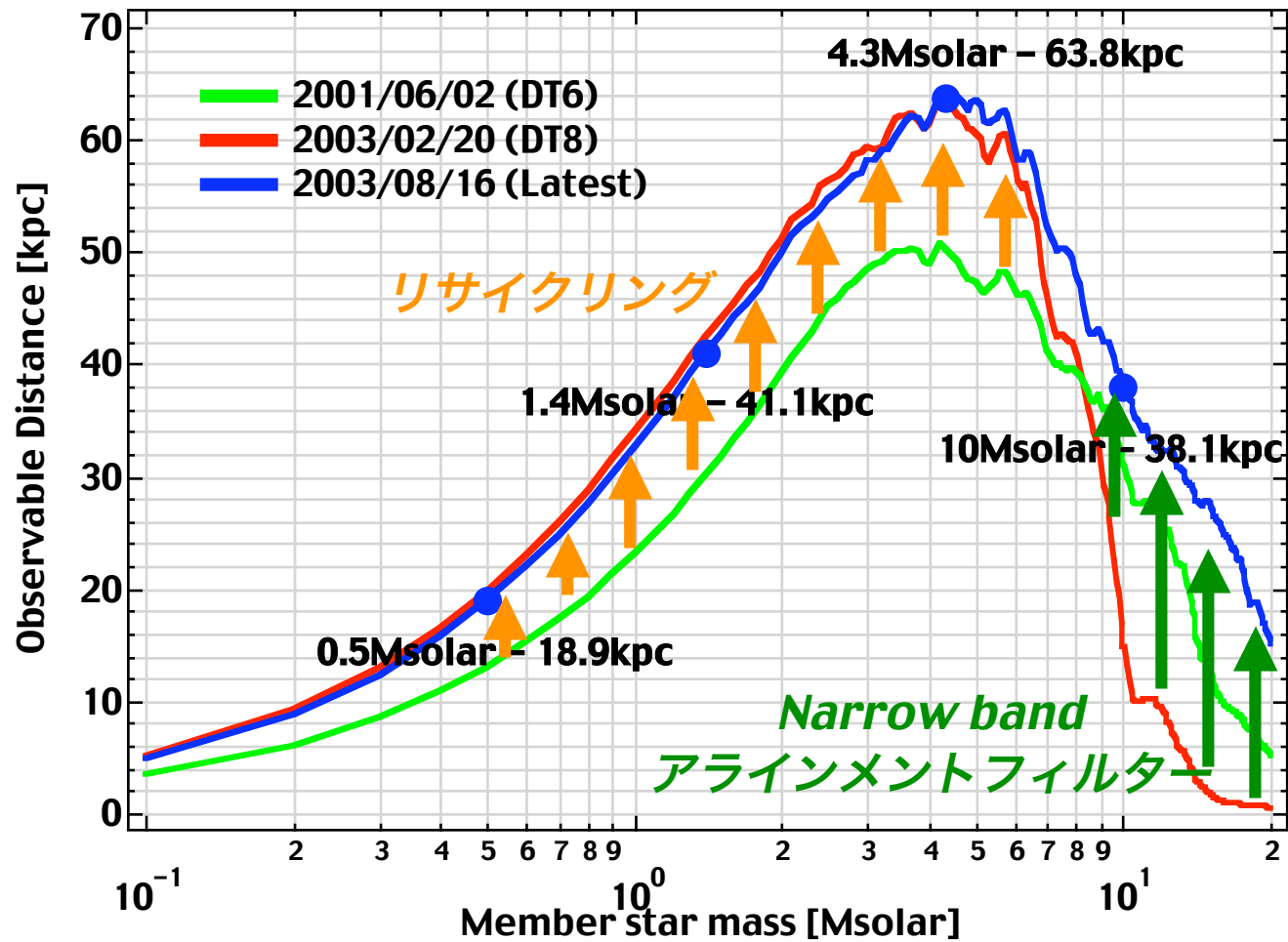
干渉計感度の現状(2)

● Expepected Binary Range (*SNR=10, Optimal source direction*)



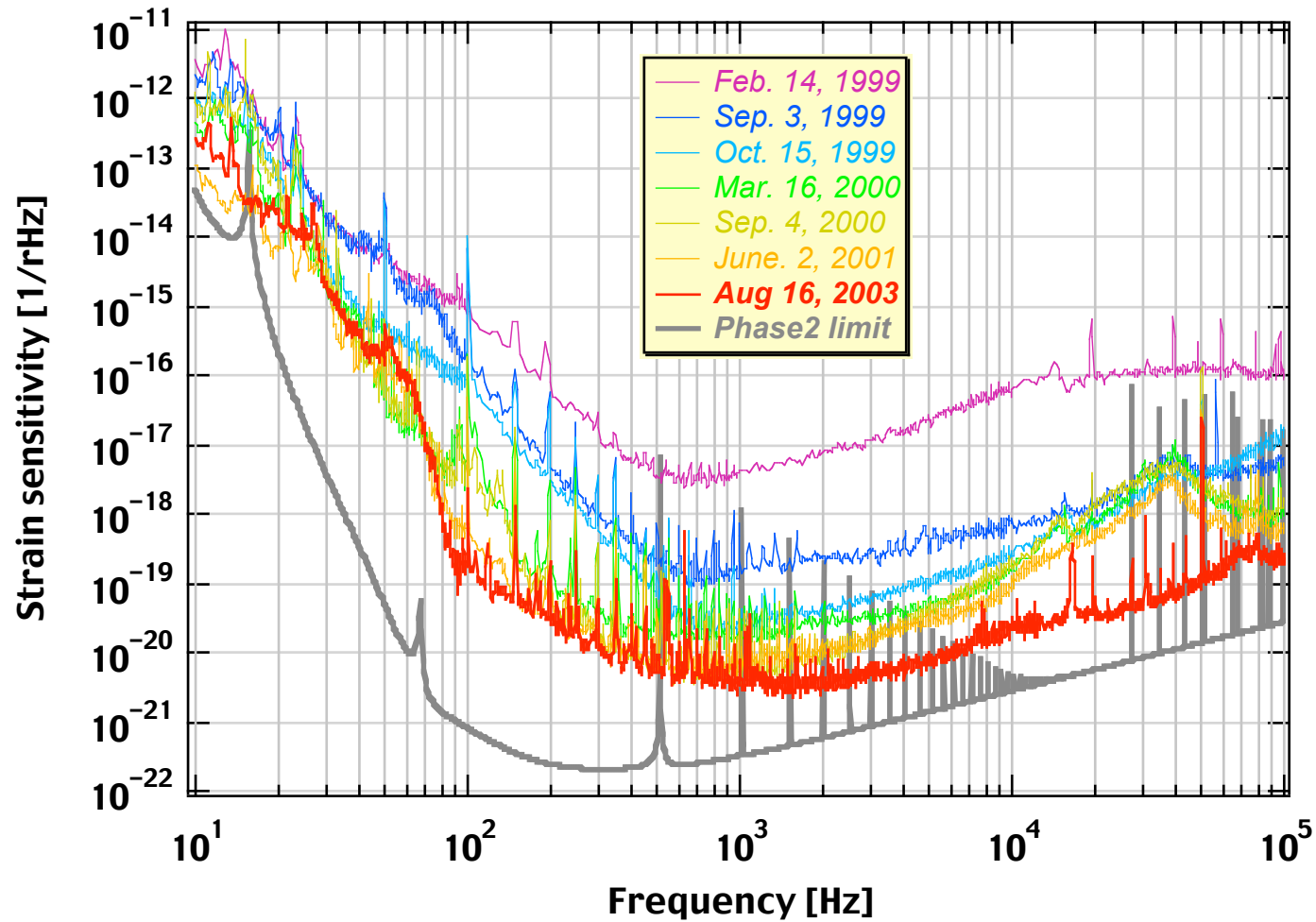
干渉計感度の現状(2)

- Expected Binary Range ($SNR=10$, *Optimal source direction*)



干渉計感度の現状(3)

● 感度履歴



まとめ

● 干渉計感度の現状

- リサイクリングによる散乱雑音レベルの改善
- 狭帯域アラインメントフィルタによる100Hz帯域感度の向上
- インジェクションロックサーボの更新によるライン状雑音の低減
- → $8 \times 10^{-19} [\text{m}/\text{Hz}^{-1/2}] @ 1.5\text{kHz}$
- → $4 \times 10^{-17} [\text{m}/\text{Hz}^{-1/2}] @ 100\text{Hz}$

● 今後

- 100Hz~1kHz帯域での感度向上
- 未知の雑音源の同定と低減
- 低周波防振(Seismic Attenuation System)の導入