

TAMA300の現状(14)

新井 宏二 (国立天文台)

TAMA Collaboration

(国立天文台・東大天文・東大理・東大宇宙線研・
東大新領域・大阪市大・電通大・通総研・他)

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)

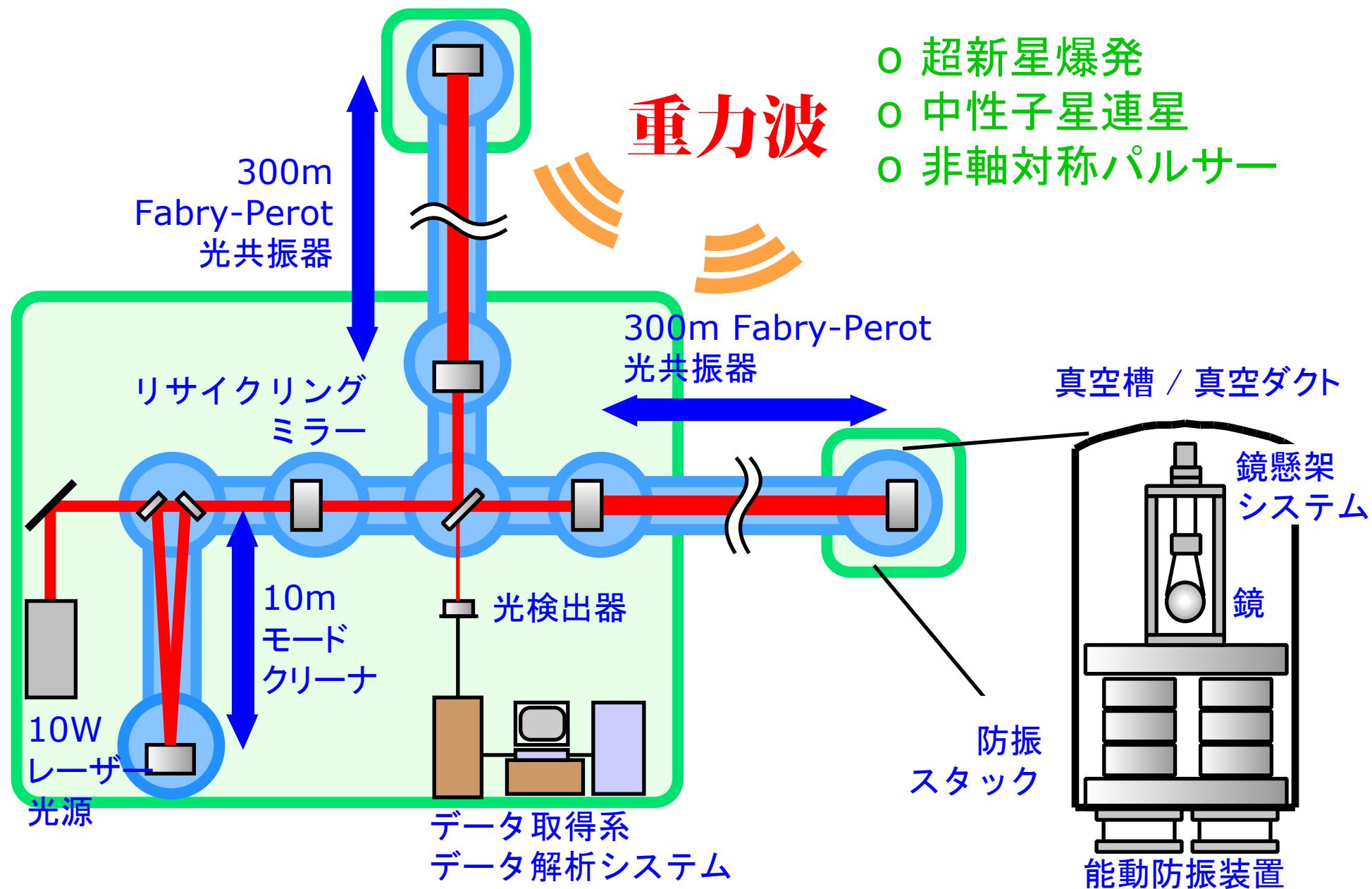
● TAMA300の目的

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



第9次観測 Data Taking 9 (DT9)

● DT9: 2003/11/28~2004/1/10

- □ パワーリサイクリング干渉計での観測

□ 主干渉計入射 $P=2$ [W]

□ パワーリサイクリングゲイン $G=4.5$

□ フロア感度: $\sigma_{\text{floor}} = 2 \times 10^{-21}$ [/sqrtHz] (700Hz~1.5kHz)

- □ 常時運転を想定した観測体制作り

□ ⇒ 観測シフト省力化 (1シフト24時間・担当1名)

□ 干渉計自動運転化のさらなる推進

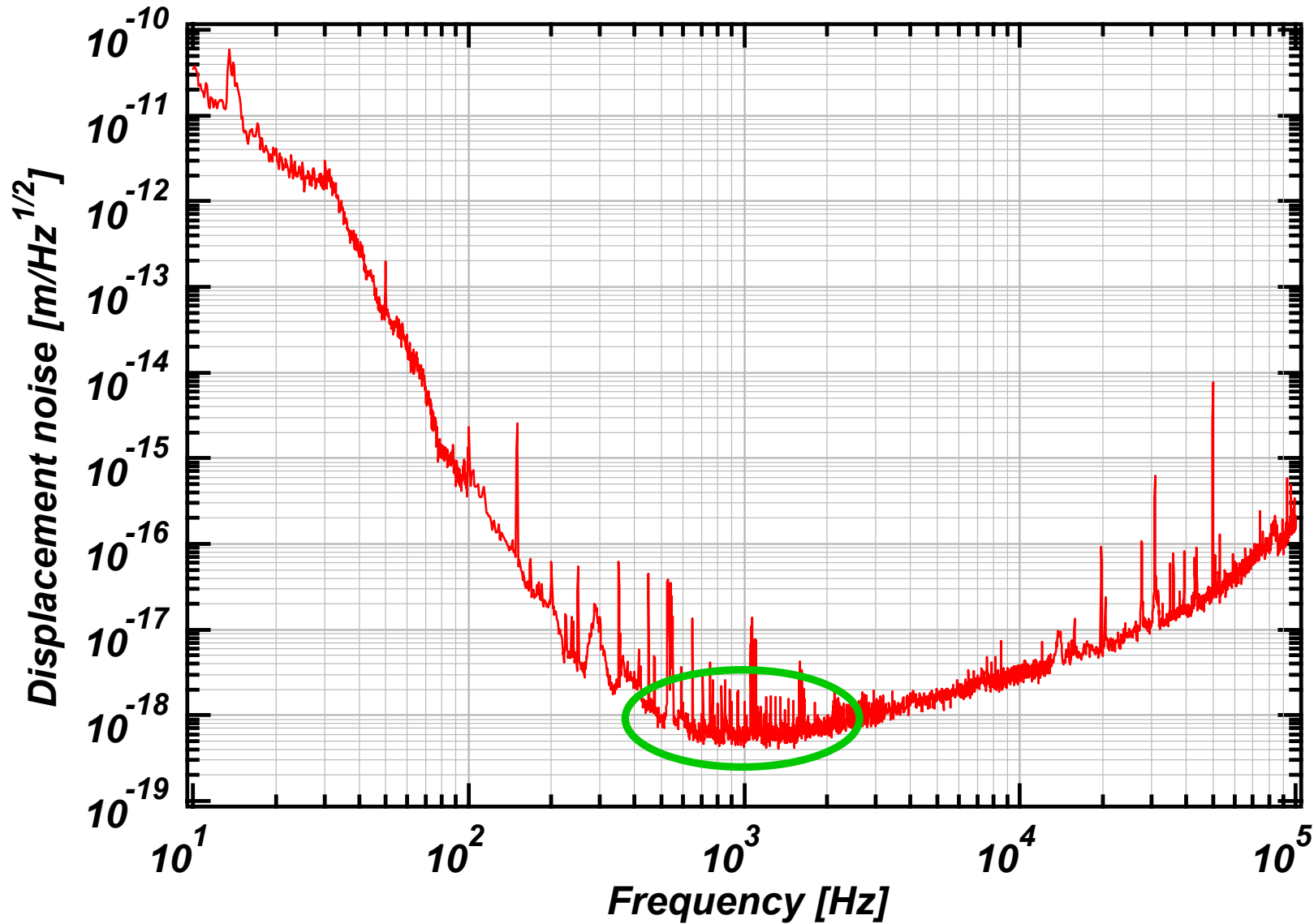
□ 異常警報・リモート制御システム

- □ 国際共同観測

□ 米LIGO計画の干渉計(3台)

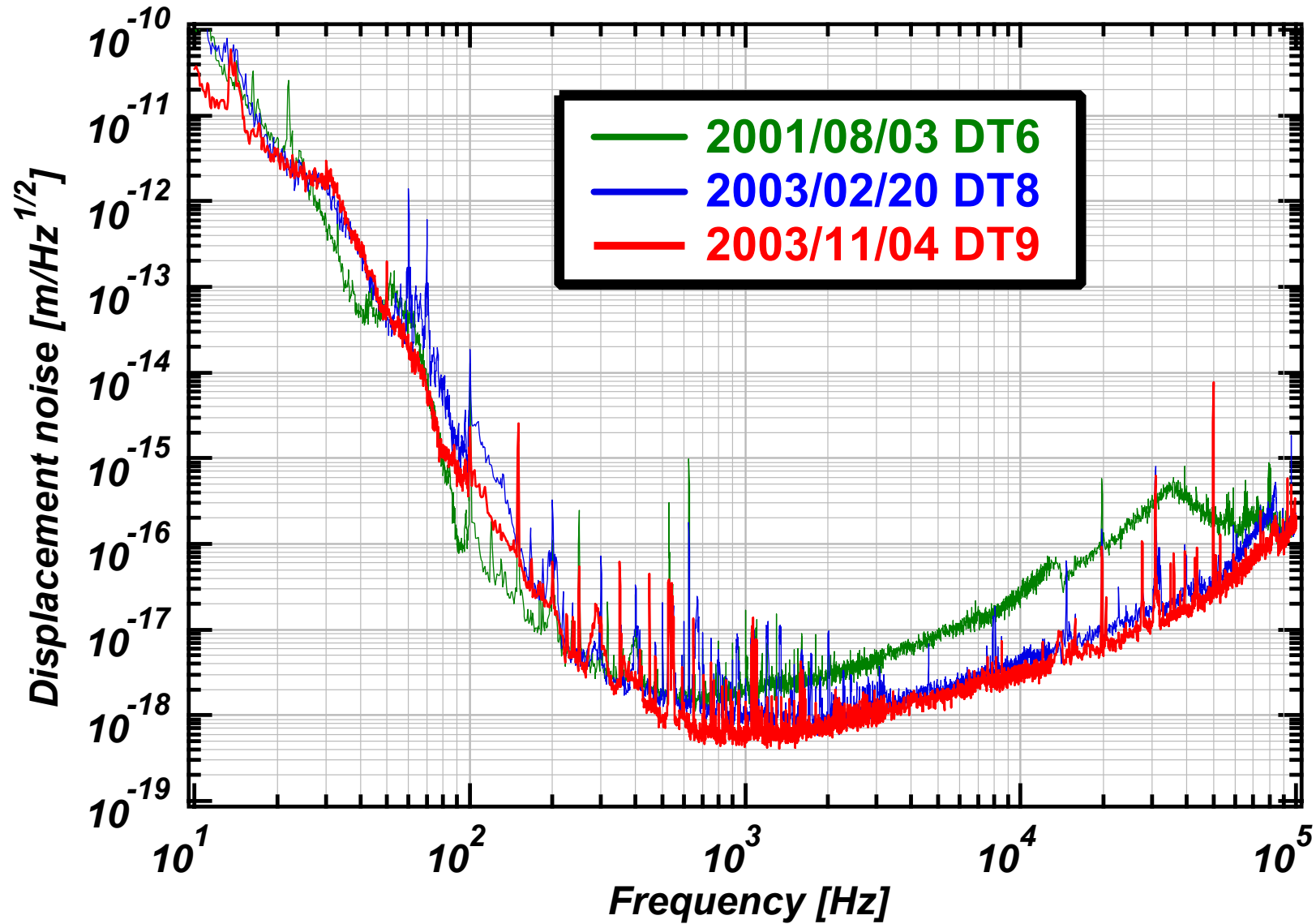
□ 独英によるGEO600干渉計

DT9: Sensitivity ~フロア感度レベル



DT9での感度: ■ 変位雑音レベル 6×10^{-19} m/Hz^{1/2}
■ ■ ■ ■ ■ 歪感度 ■ ■ ■ 2×10^{-21} /Hz^{1/2} □ (700Hz~1.5kHz)

DT9: Sensitivity ~ 観測毎の感度の向上



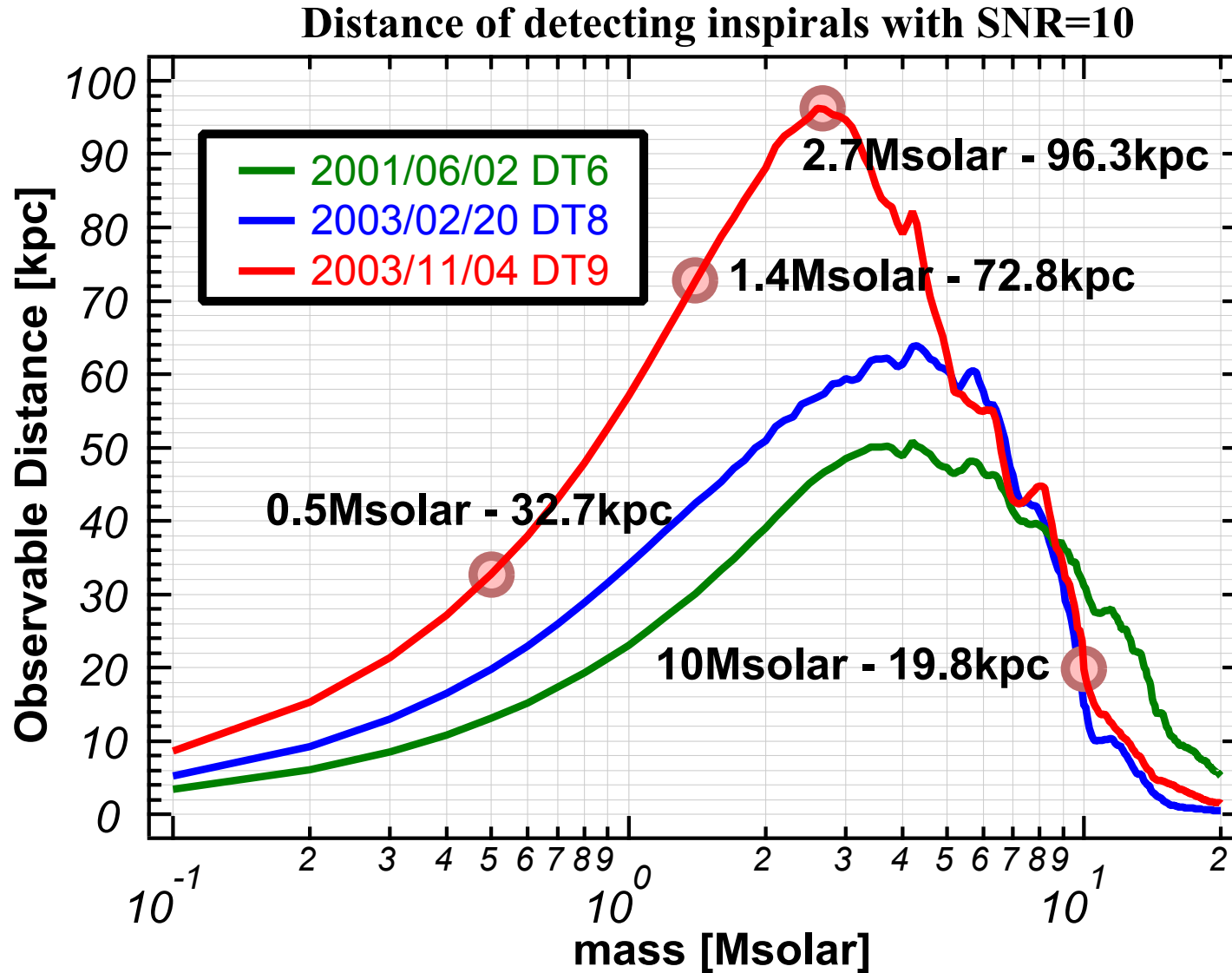
DT6: $15 \times 10^{-19} \text{ m}/\text{Hz}^{1/2} = 5 \times 10^{-21} /\text{Hz}^{1/2}$

DT8: $8 \times 10^{-19} \text{ m}/\text{Hz}^{1/2} = 3 \times 10^{-21} /\text{Hz}^{1/2}$

DT9: $6 \times 10^{-19} \text{ m}/\text{Hz}^{1/2} = 2 \times 10^{-21} /\text{Hz}^{1/2}$

DT9: Observable Distance

● 連星合体をSN=10で捕らえることのできる距離



0.3~10Msolar に対し、 $D_{\text{obs}} > 20\text{kpc}$

干渉計自動化&リモート観測体制の整備

● 干渉計自動ロック・自動調整システム

ロックアクイジション
初期アラインメント調整
アラインメントドリフト調整

手動調整

異常通報

自動調整用
モニタ情報提供

● リモート通報・操作システム

携帯電話による異常通報
干渉計手動調整

検出器状況提供

モニタ情報提供

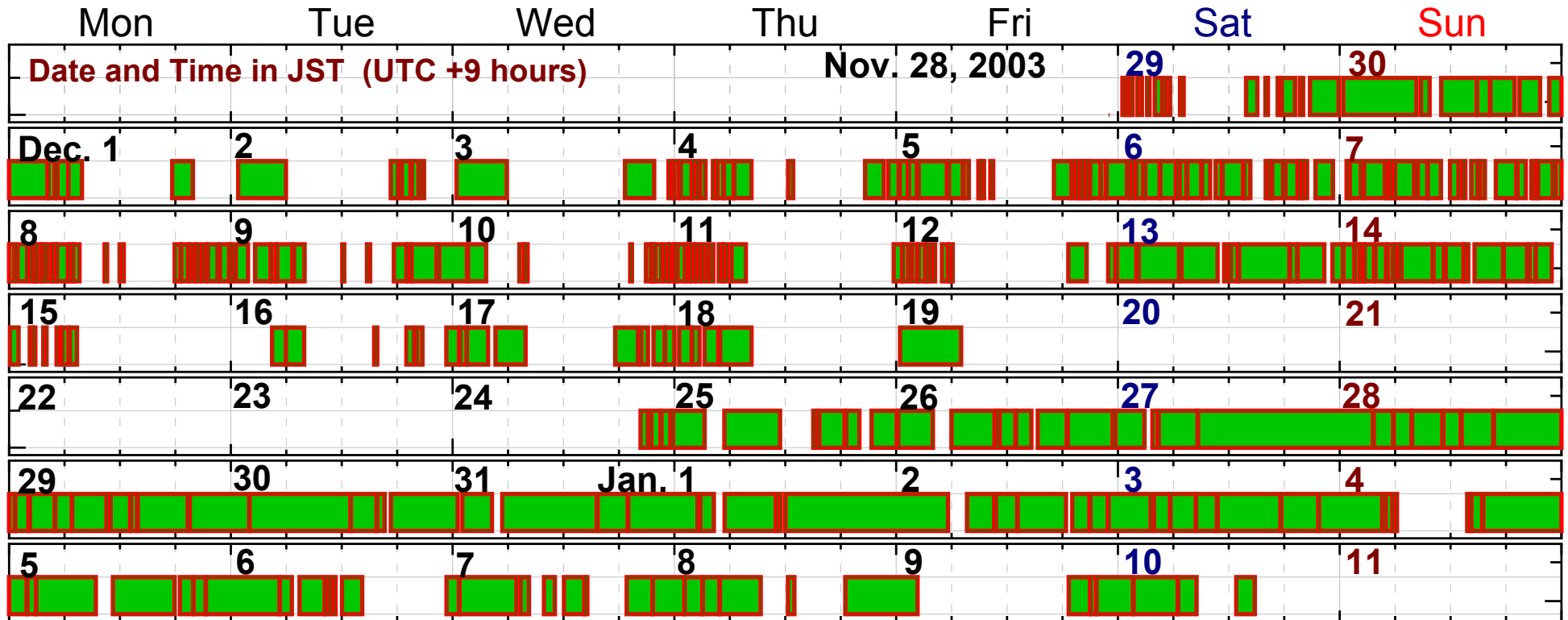
● Webベースの検出器モニタ

干渉計の感度の推移
干渉計の各種状態 (各種光量・制御信号)
サイトの環境 (地面振動・気象条件等)
Web Log

監視

DT9: 干渉計の稼動状況

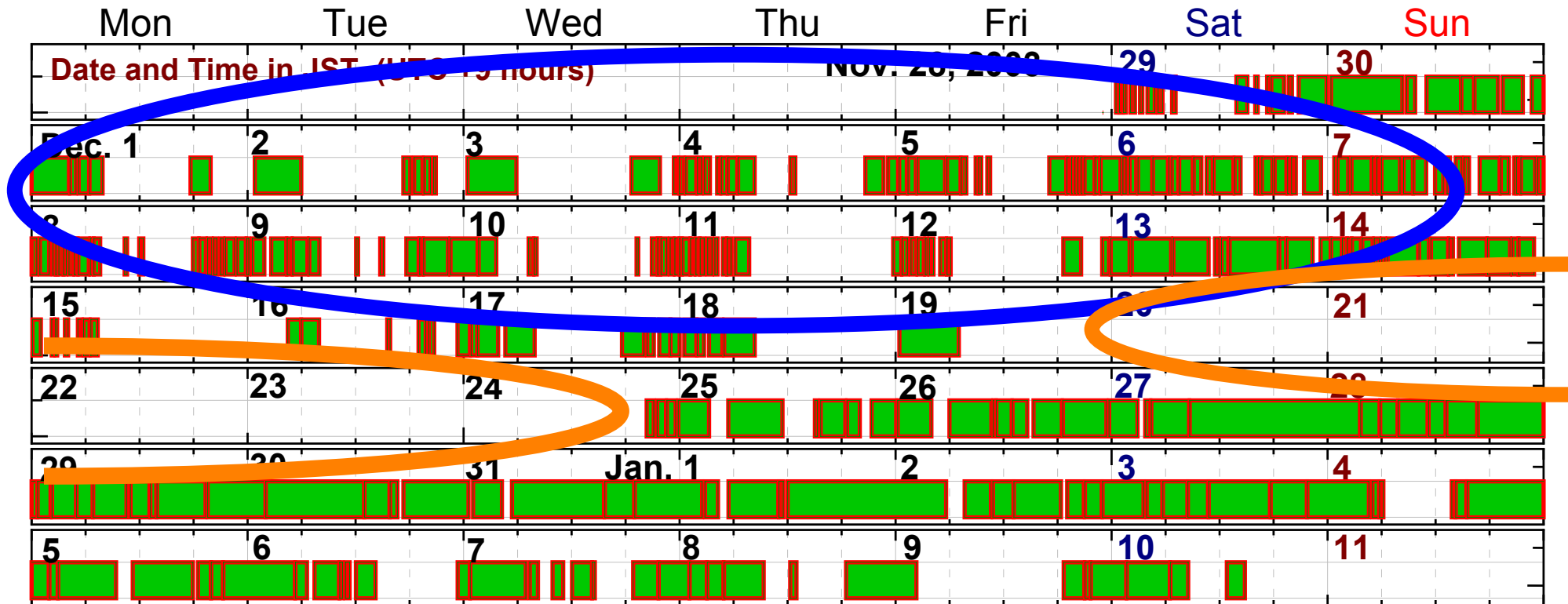
- 10分以上連続動作した時間帯



全観測データ量 558時間

DT9: 干渉計の稼動状況

- 10分以上連続動作した時間帯

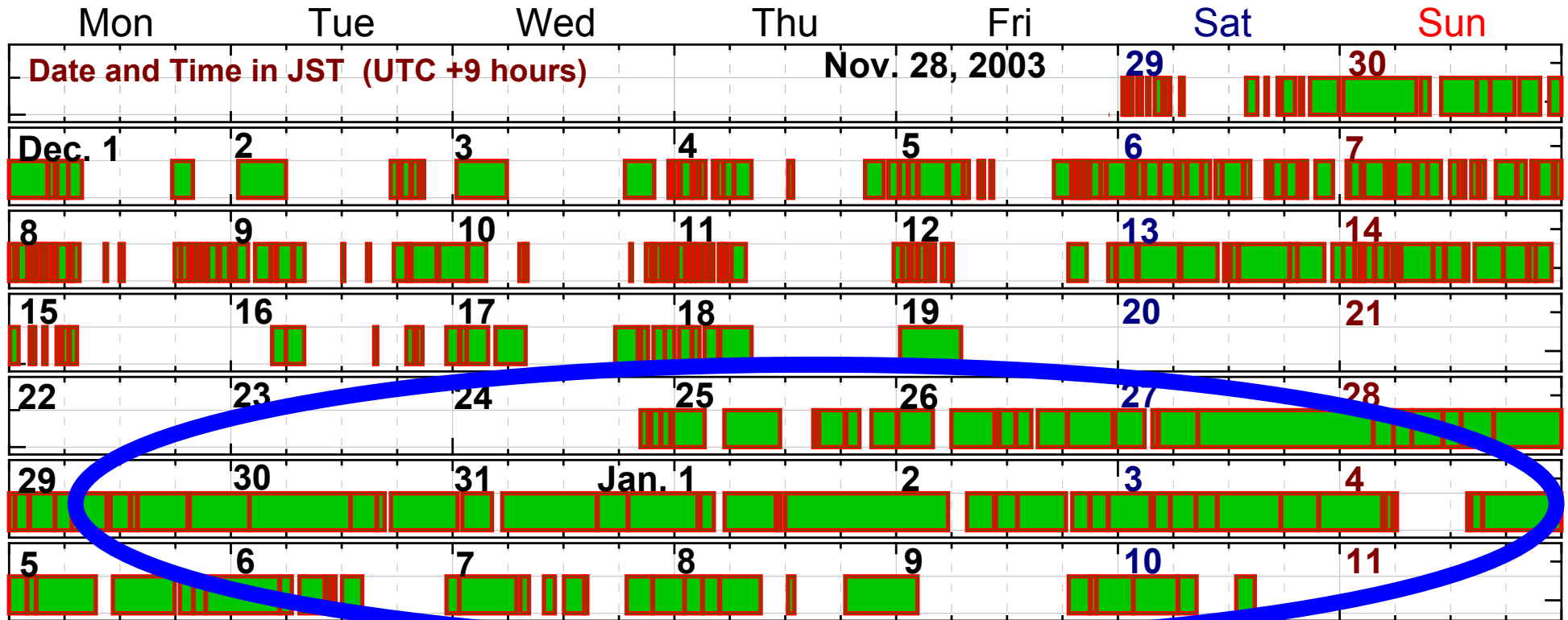


日中の工事・干渉計の調整・自動化システムの改良

TAMA300サイトの予定停電の準備・復旧

DT9: 干渉計の稼働状況

- 10分以上連続動作した時間帯

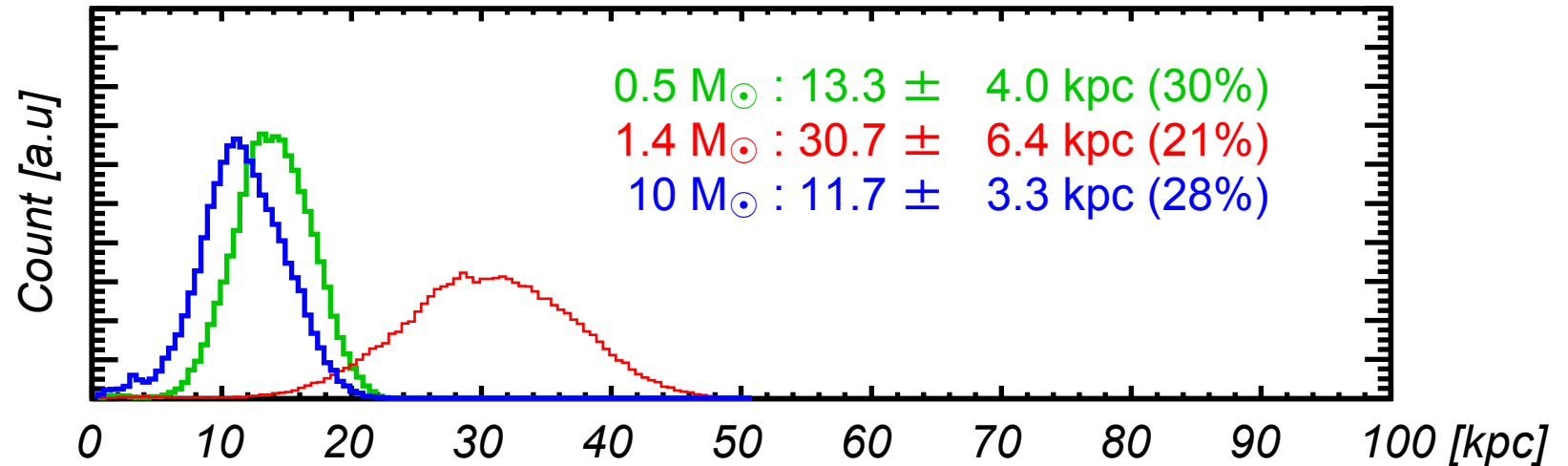


自動化システム稼働・干渉計安定・静かな地面振動

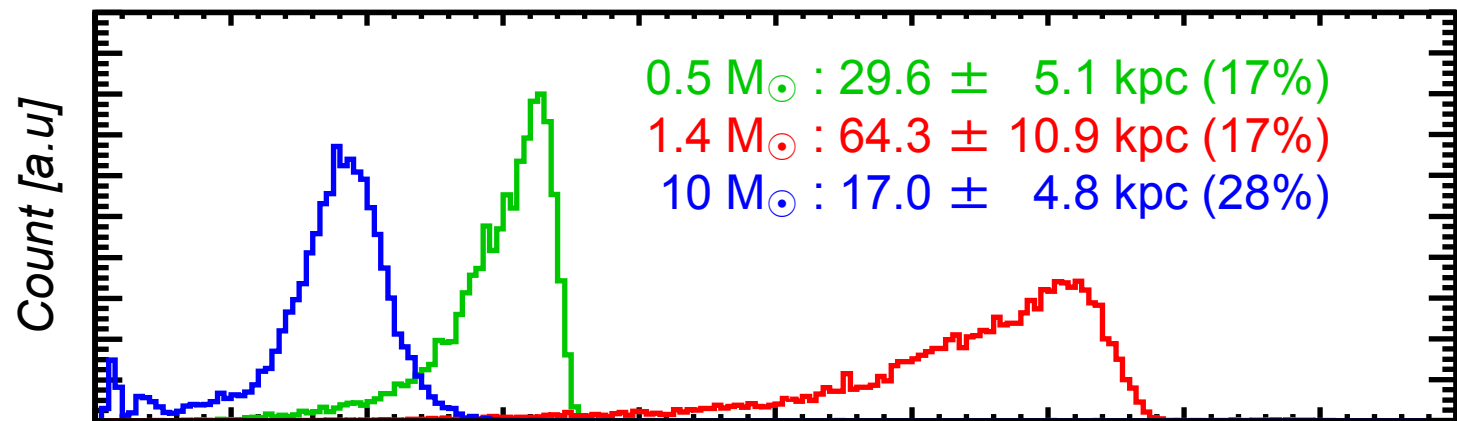
Observable Distanceの安定度

● Observable Distanceのヒストグラム

DT8



DT9
(後半)



DT9(後半)はDT8の約2倍の感度を持っていた
相対的な感度の安定度も改善もしくは同等(10M_☉)

DT9以後の進展

- 雑音低減 (主に数100Hz帯)

Recycled Michelson実験

散乱光の問題

変調に関連した雑音

- 防振系のアップグレード

Seismic Attenuation System (SAS)

低周波($\sim 0.1\text{Hz}$)からの防振

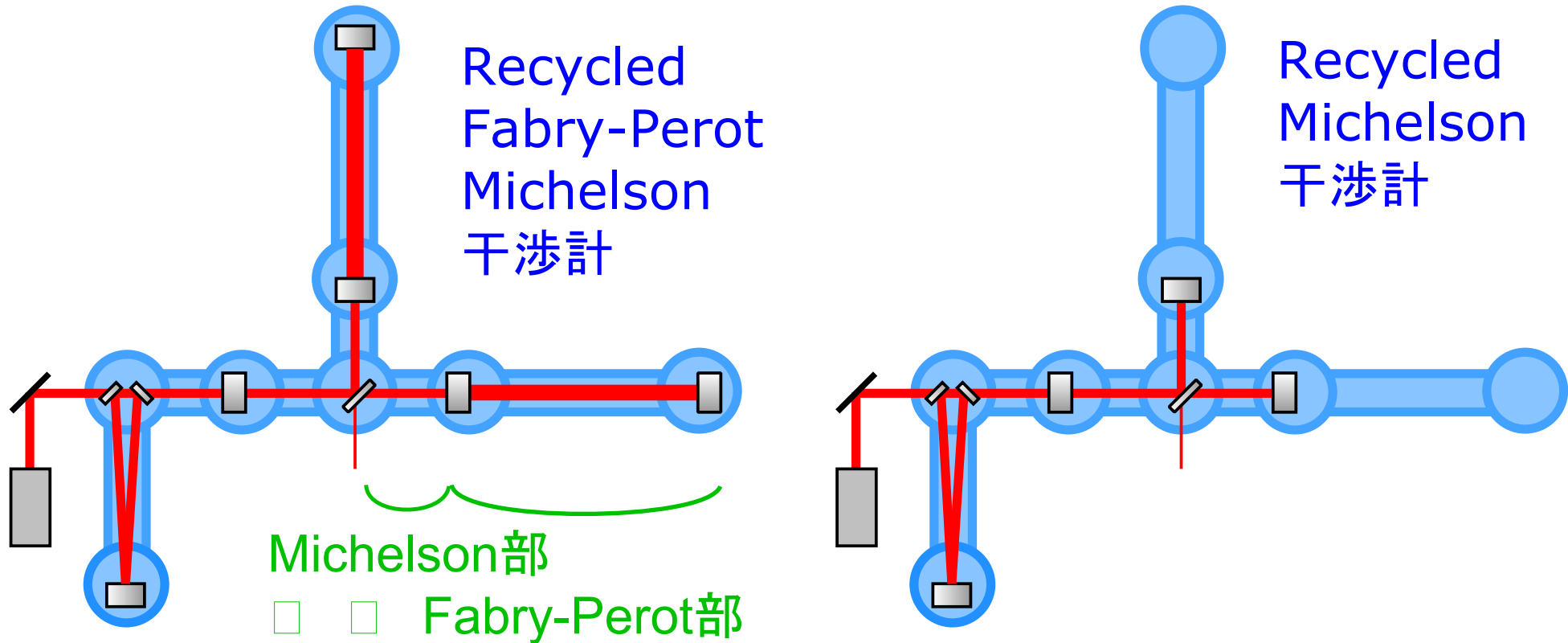
Caltech・東大・ピサ大などとの共同 R&D

2005年導入予定



SAS (東大理)

Recycled Michelson Interferometer実験



中央のMichelson部とFabry-Perot部

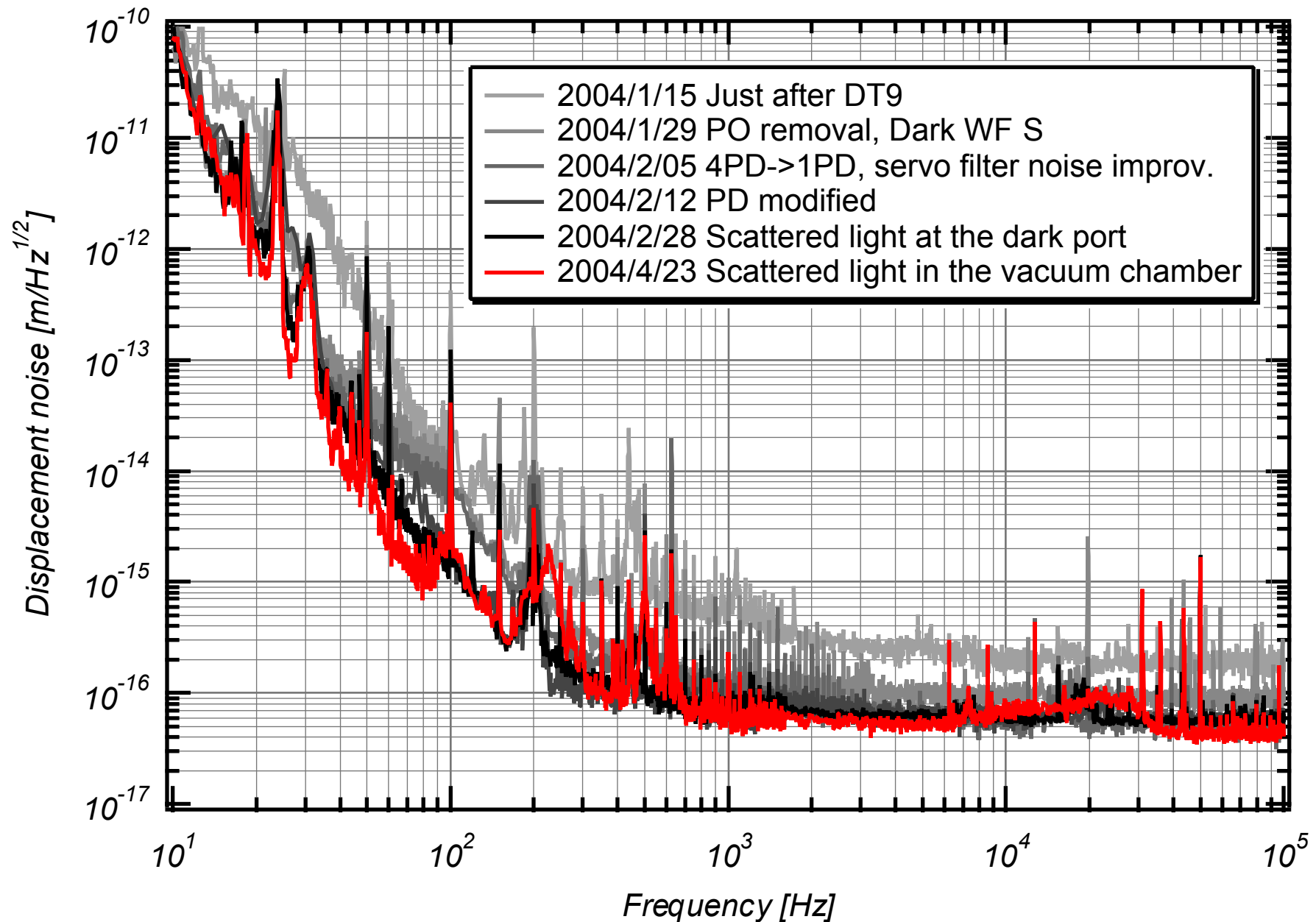
=> 感度への雑音寄与が1:300

Michelson部の雑音を調べる

=> 腕Fabry-Perot共振器の除去・光学系の単純化

Recycled Michelson Interferometer ~ 感度の向上

RMI Displacement Noise Level



まとめ

- 干渉計型重力波検出器TAMA300
- 第9次観測 Data Taking 9 (2003/11/28~2004/1/10)

常時運転を想定した観測体制

米LIGO・独英GEO600との国際共同観測

$h = 2 \times 10^{-21} / \sqrt{\text{Hz}}$ (700Hz ~ 1.5kHz)

DT8とくらべるとDT9は実質約2倍の感度

24時間以上の連続動作 (3回)

558時間稼動

- DT9以後の干渉計改良作業

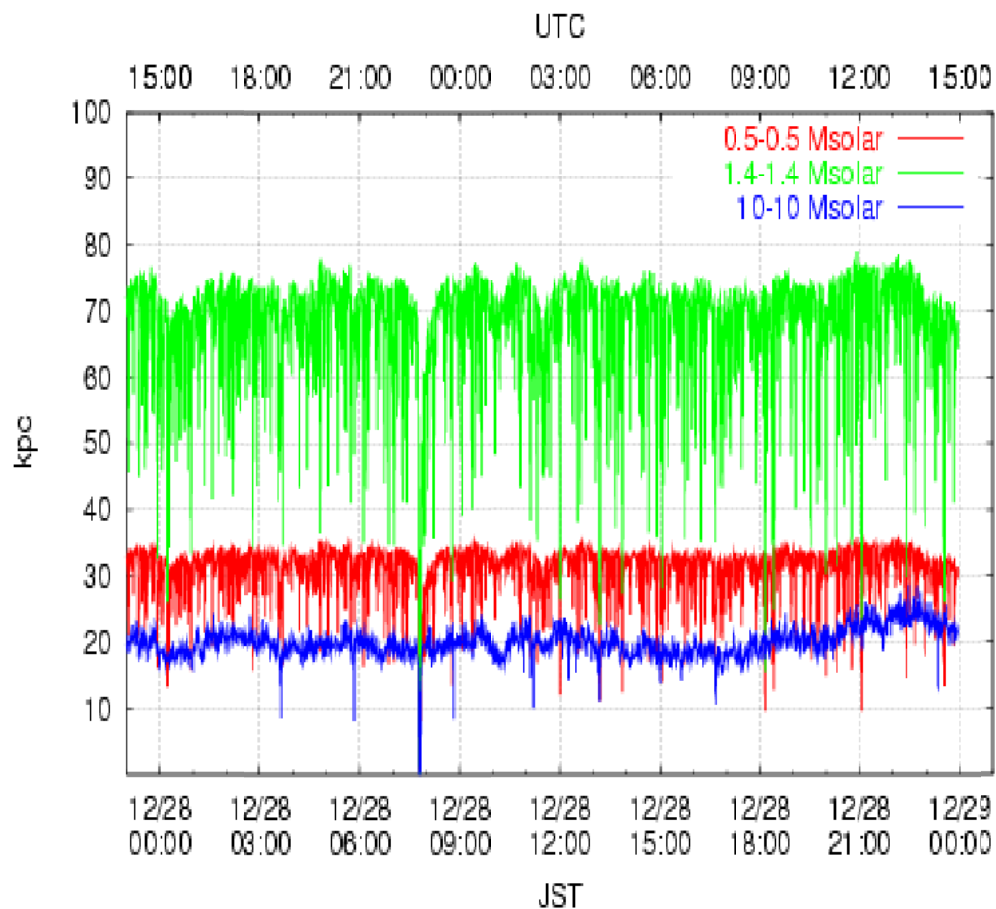
数100Hz帯雑音低減 ~ Recycled Michelson実験

SASによる防振系のアップグレード

Observable Distanceの安定度

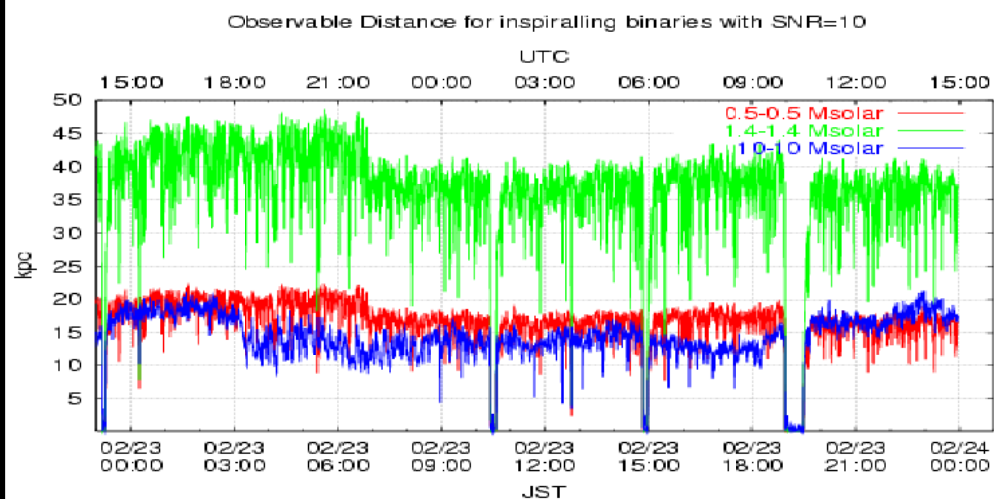
DT9

For inspiralling binaries, SNR=10



Sun Dec 28 23:58:56 2003

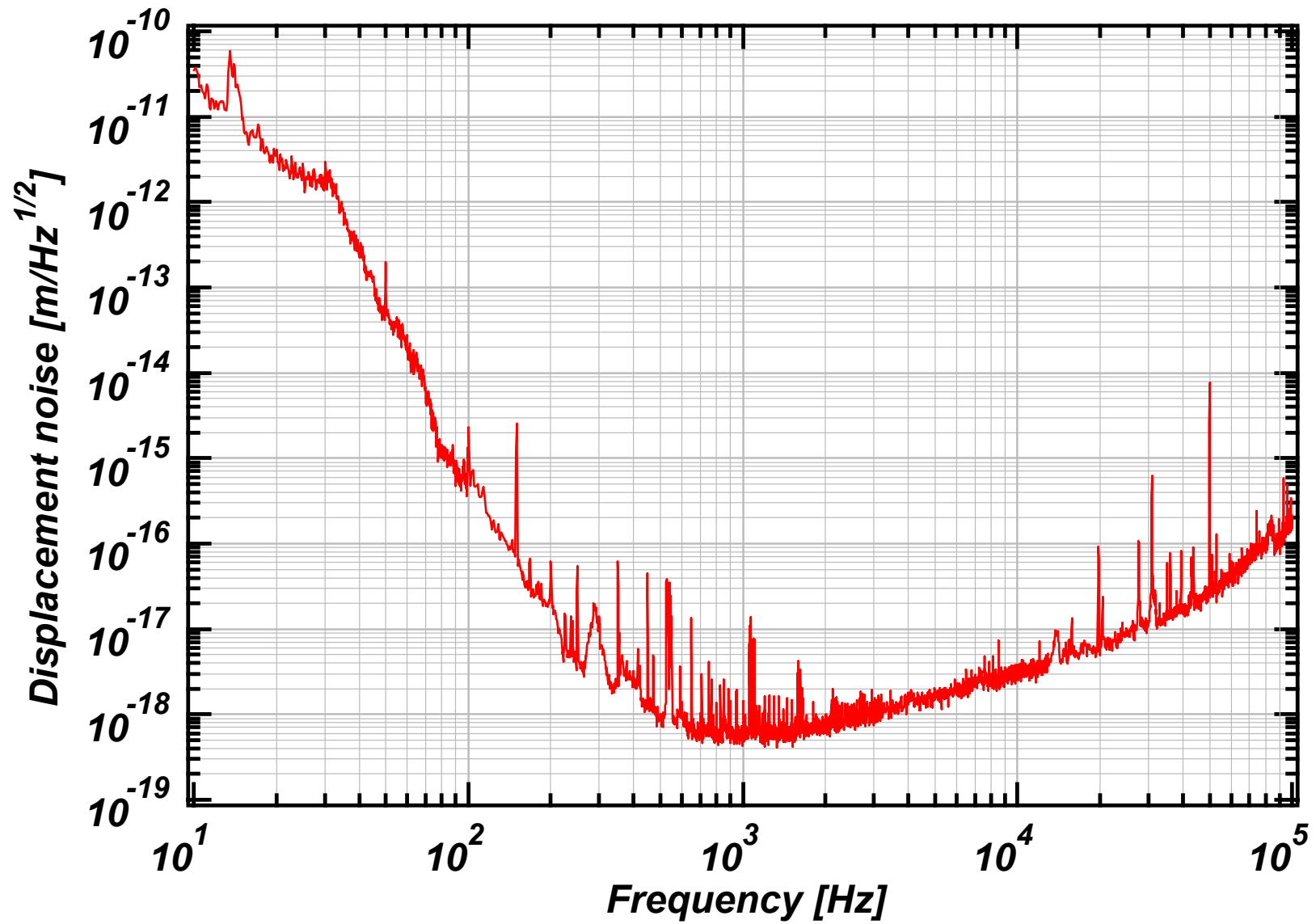
DT8



Sun Feb 23 23:59:54 2003

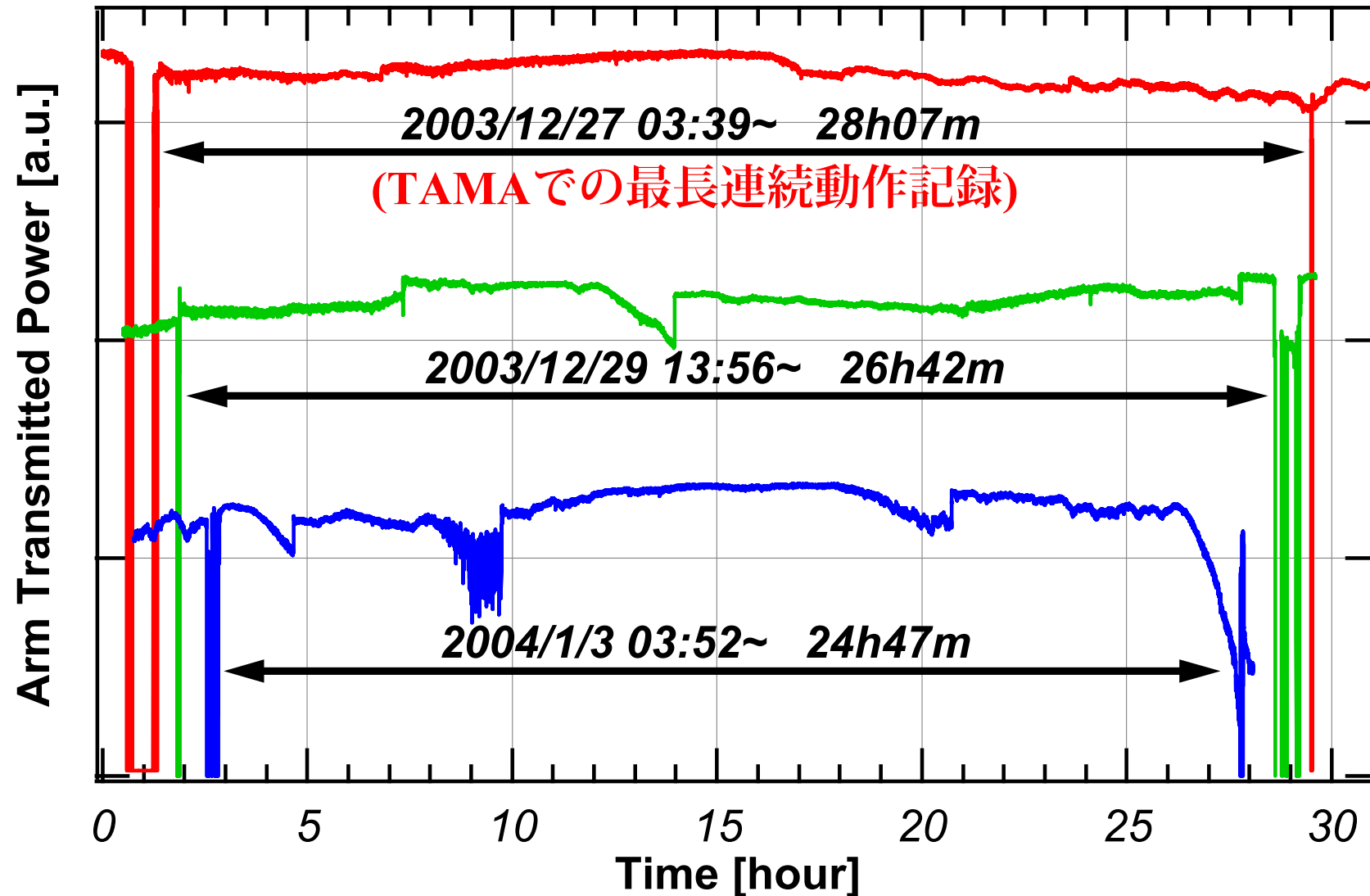
およそDT9はDT8の倍の感度を持っていたと考えてよい

DT9: Sensitivity ~ フロア感度レベル



安定度の改善

- DT9中に24時間以上の連続動作を3回達成
干渉計内光量の変動



地面振動さえ静かであれば長時間連続に動作できるシステム

現在までに行われた観測

● □第1次～第6次観測 (パワーリサイクリング導入前)

DT1	1999	Aug. 6~ 7	1夜	11時間	
DT2	1999	Sep. 17~20	3夜	31時間	
DT3	2000	Apr. 20~23	3夜	13時間	
DT4	2000	Aug. 21~Sep. 4	13夜	167時間	
DT5	2001	Mar. 2~ 8	6日	111時間	<i>Coincidence</i>
DT6	2001	Aug. 1~Sep. 20	50日	1038時間	LISM(20m)

● □第7次～第9次観測 (パワーリサイクリング導入済)

DT7	2002	Aug, 31~Sep. 2	1日	25時間	LIGO & GEO
DT8	2003	Feb. 14~Apr. 15	59日	1158時間	LIGO
DT9	2003	Nov. 28~Jan. 10	43日	558時間	LIGO & GEO