

# レーザー干渉計型重力波検出器

## TAMA300の開発 IX

国立天文台, 東大理<sup>A</sup>, 東大宇宙線研<sup>B</sup>, 東大新領域<sup>C</sup>,  
東大地震研<sup>D</sup>, 宮城教育大<sup>E</sup>, 電通大<sup>F</sup>, 高工研<sup>G</sup>,  
MPQ<sup>H</sup>, 計量研<sup>I</sup>, TAMA Collaboration<sup>J</sup>

新井宏二, 安東正樹<sup>A</sup>, 高橋竜太郎, Gerhard Heinzl, 辰巳大輔,  
川村静児, 沼田健司<sup>A</sup>, 依田達夫<sup>A</sup>, 高森昭光<sup>A</sup>, 三尾典克<sup>C</sup>,  
神田展行<sup>E</sup>, 森脇成典<sup>C</sup>, 武者満<sup>F</sup>, 三代木伸二<sup>B</sup>, 長野重夫<sup>H</sup>,  
谷口信介<sup>J</sup>, 朽久保邦治<sup>J</sup>, 寺田聡一<sup>I</sup>, 関谷淳<sup>J</sup>, 河邊径太<sup>A</sup>,  
新谷昌人<sup>D</sup>, 奥富聡<sup>B</sup>, 山元一広<sup>A</sup>, 大橋正健<sup>B</sup>, 山崎利孝,  
福嶋美津広, 大塚茂巳<sup>A</sup>, 植田憲一<sup>F</sup>, 藤本真克, 坪野公夫<sup>A</sup>,  
黒田和明<sup>B</sup>, 他TAMA Collaboration

# Introduction

## ● 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

重力波検出器として動作中 (1999/6～)

## ● 世界最高感度達成 (2000/8)

$1.5 \times 10^{-18} \text{ m}/\sqrt{\text{Hz}} @ 600 \sim 1.4 \text{ kHz}$  →  $h = 5 \times 10^{-21} /\sqrt{\text{Hz}}$

## ● Data Taking 4 (2000/8/21~9/4)

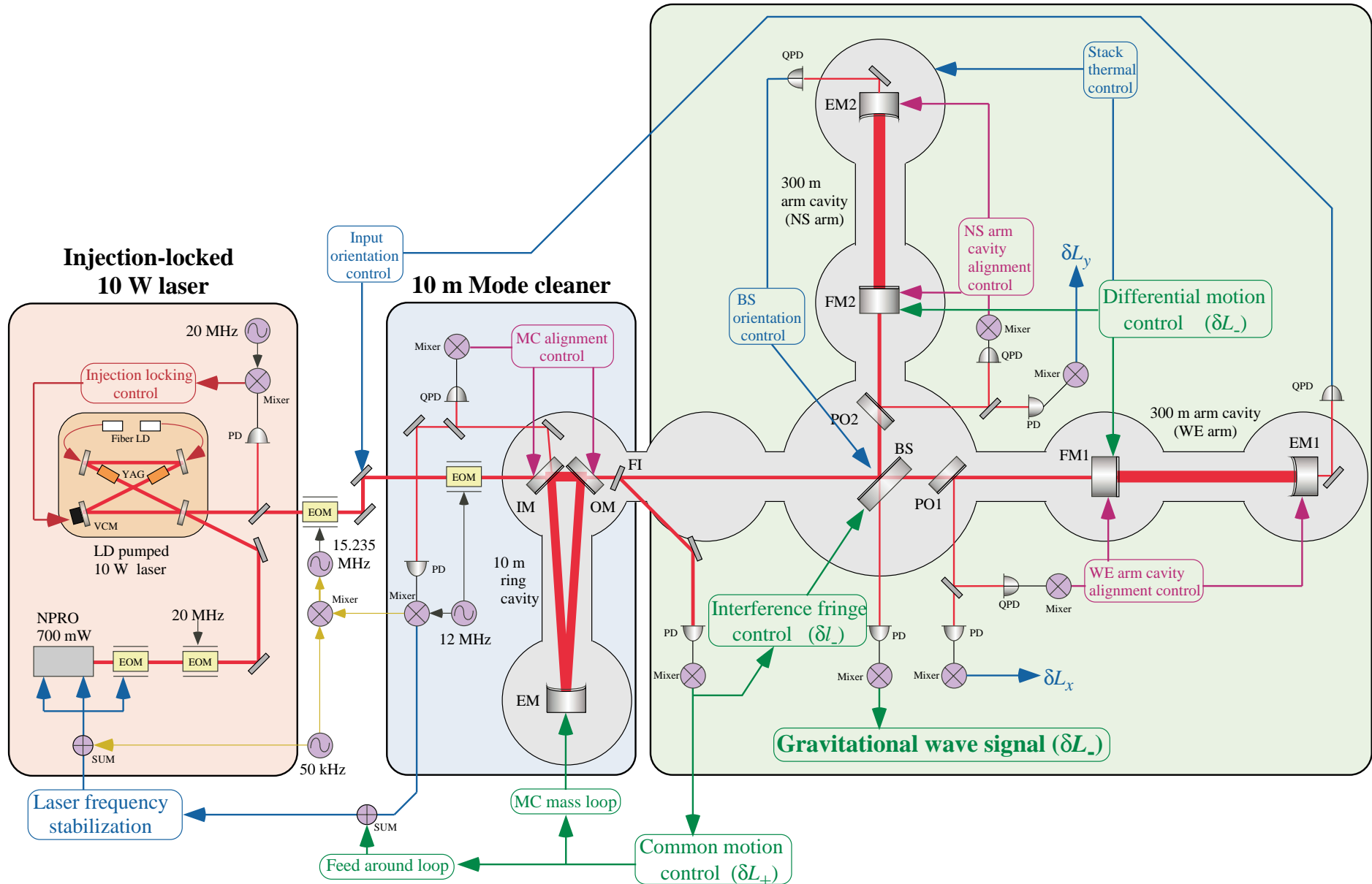
のべ167時間のデータを取得

2週間の観測

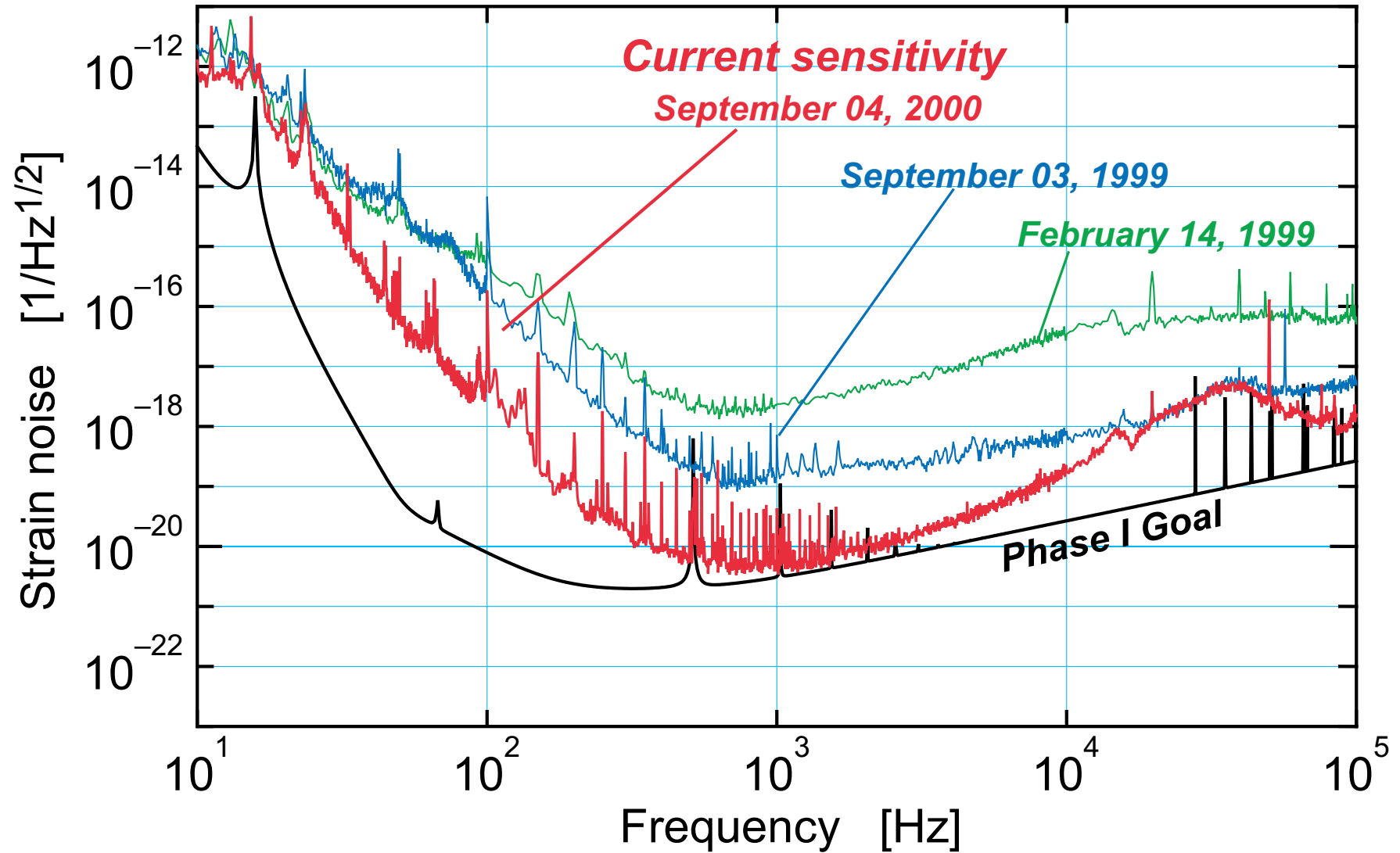
終日運転も行った

# Control Schemes

Fabry-Perot-Michelson interferometer  
with an arm length of 300 m



# Sensitivity



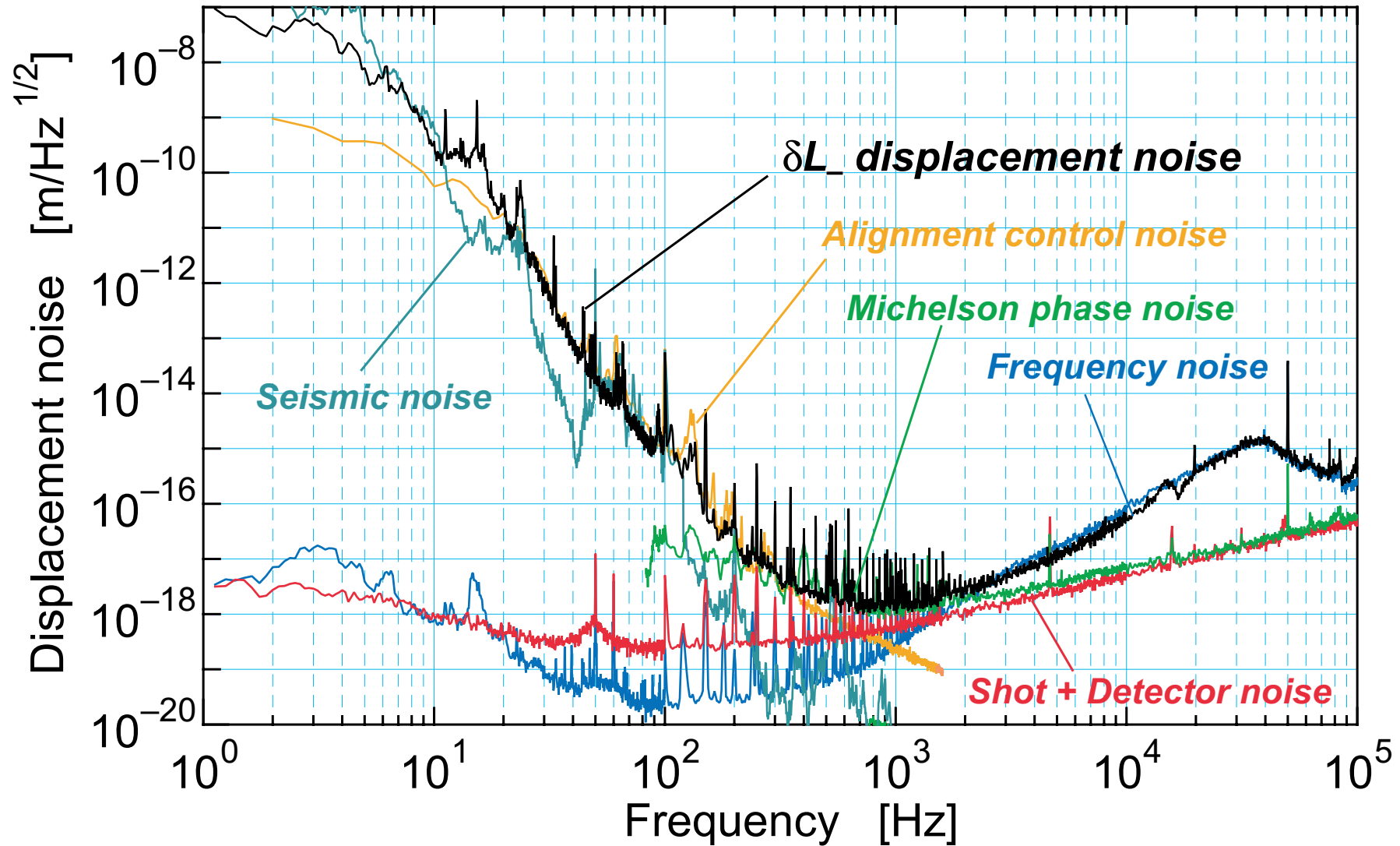
$$h = 5 \times 10^{-21} / \sqrt{\text{Hz}} @ 600 \sim 1.4 \text{ kHz}$$

$$\text{c.f. } h = 7.5 \times 10^{-21} / \sqrt{\text{Hz}} \quad \text{Caltech40m (1994/10)}$$

# Noise Sources

## Displacement noise level of TAMA300

(September 04, 2000)



アラインメント制御による雑音 / マイケルソン部の雑音

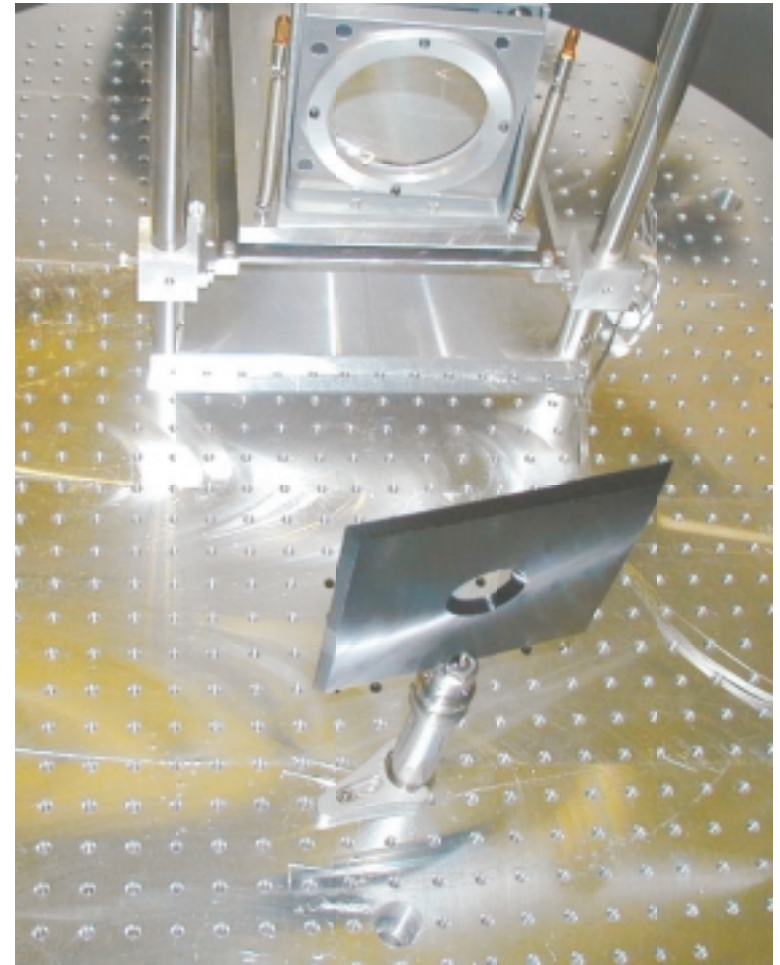
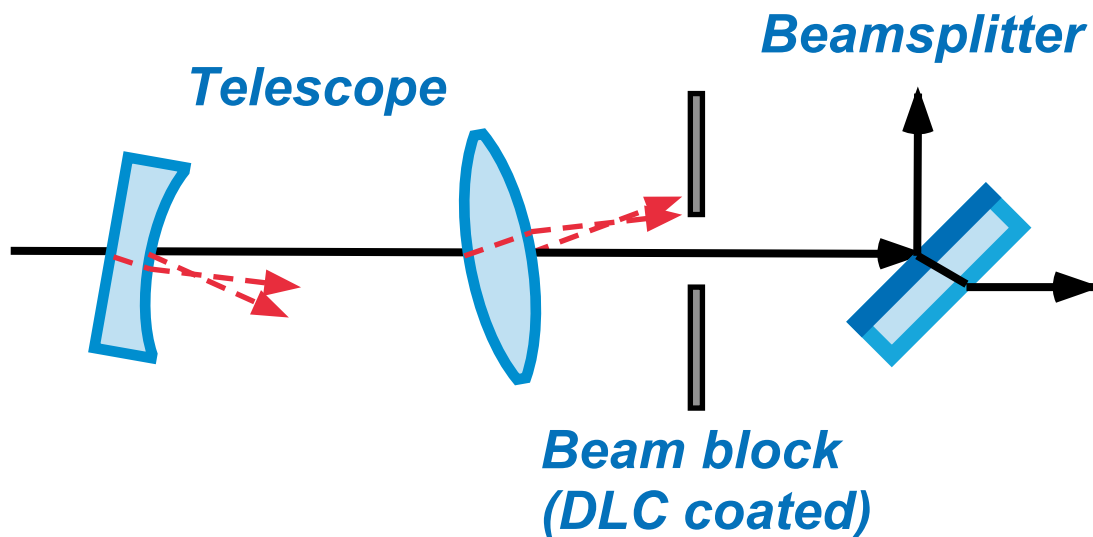
# Noise Reduction

## 光検出器 / 検出系の改良

Detector noiseの改善

Mode Matching Telescope  
からの散乱光の除去

Michelson phase noiseと  
detector noiseの差の縮小



# Data Taking 4

観測期間: 2週間 8/21夜 - 9/4朝 (9/1調整日)

来るべき長期運転への1step

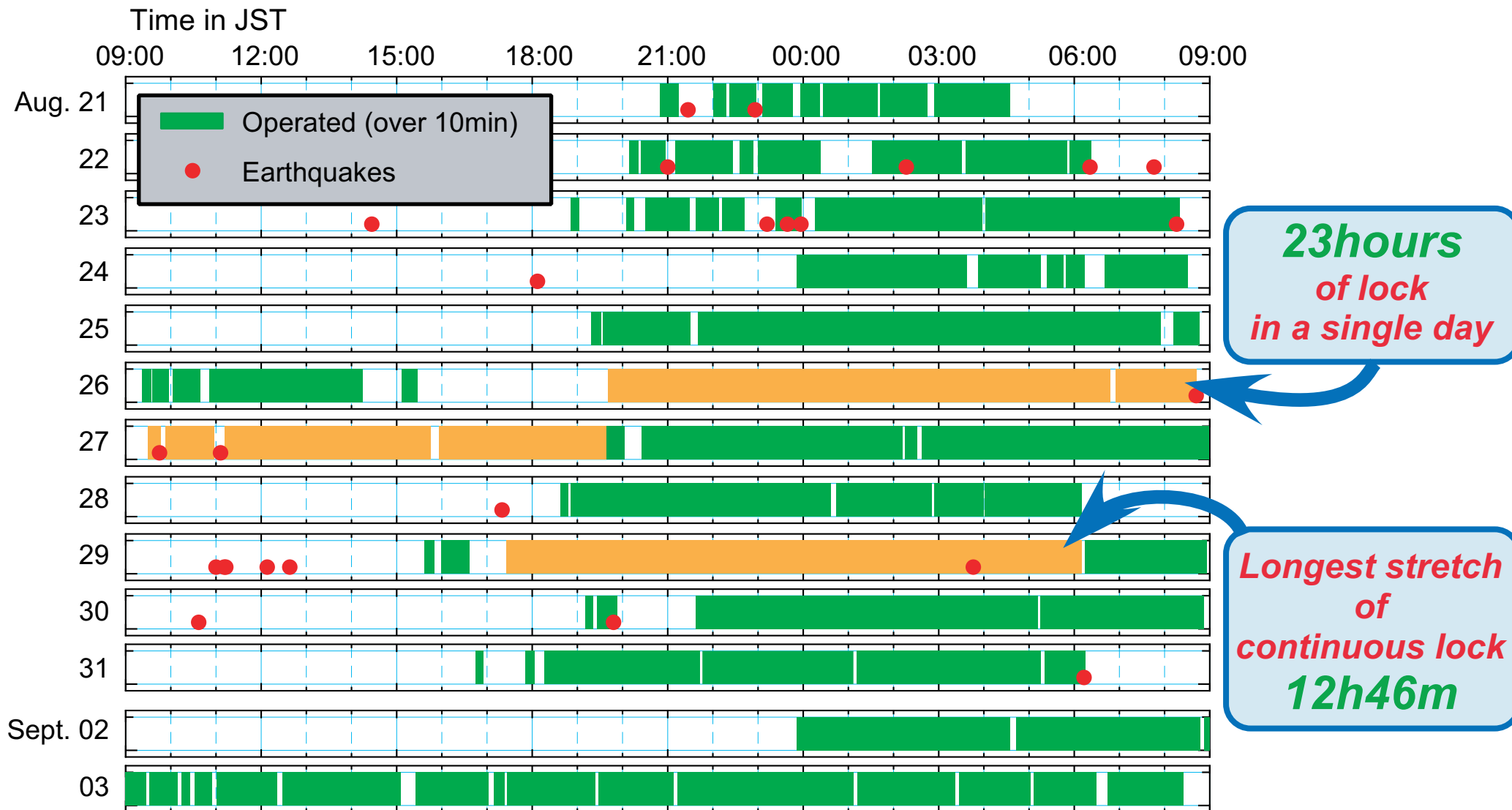
自動化への布石

腕のLength制御ロック / Alignment制御の自動化

各種ドリフト補償機構

最初の数日の調整段階を経た後は総じて安定

# Operation of the interferometer

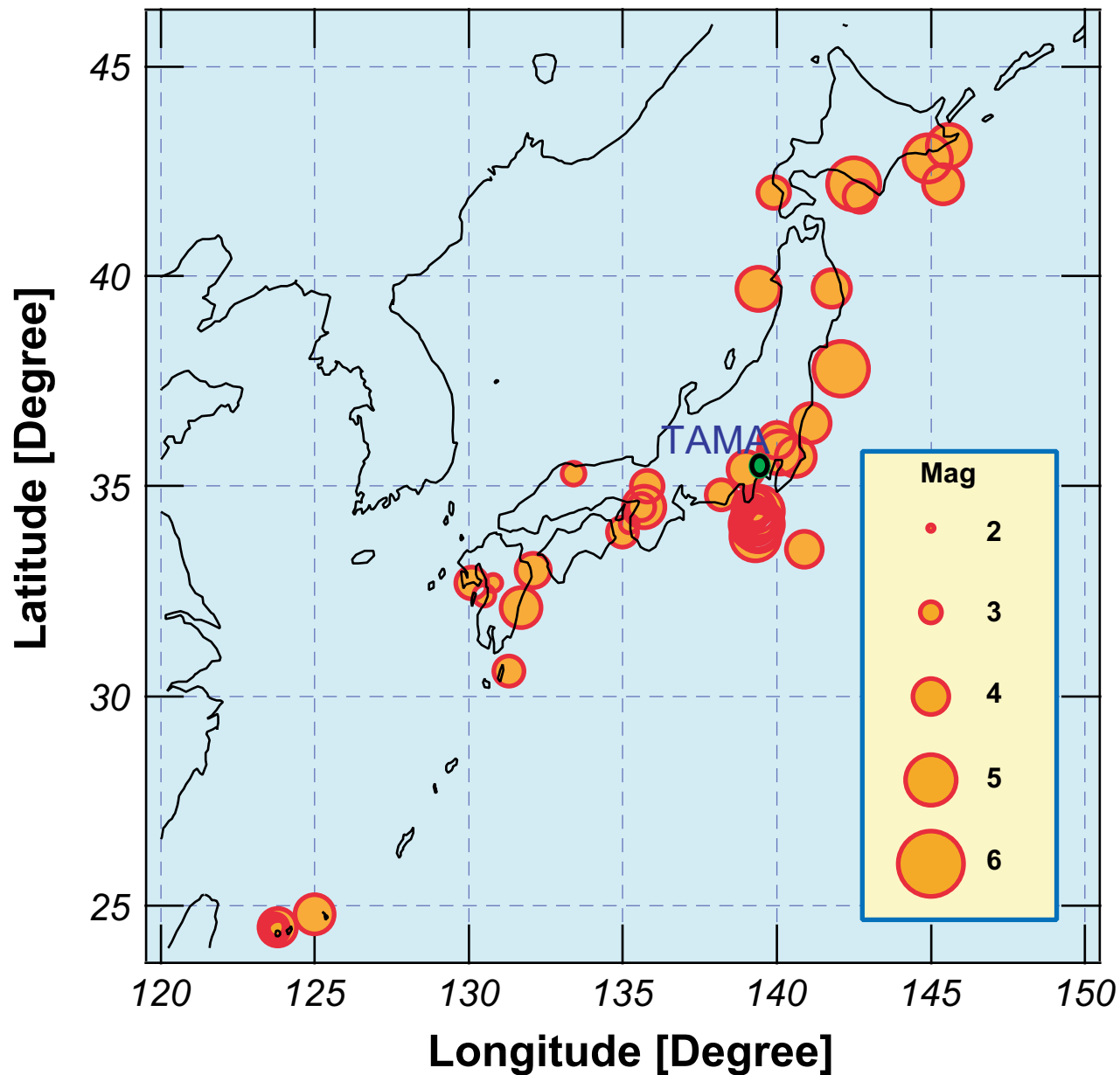


Total observation time 167hours



# Earthquakes

## Earthquakes during DT4



三宅島地震火山活動の  
最盛期ではなかったものの、  
頻繁にM5級の  
地震に見舞われた。

# Fireworks



調布市花火大会

8/30 7:30~21:00

# Unlock

## 地面振動

AM6:00, AM8:30~

コントラスト変動の大幅な増加

地震・火山・その他の大きな外乱

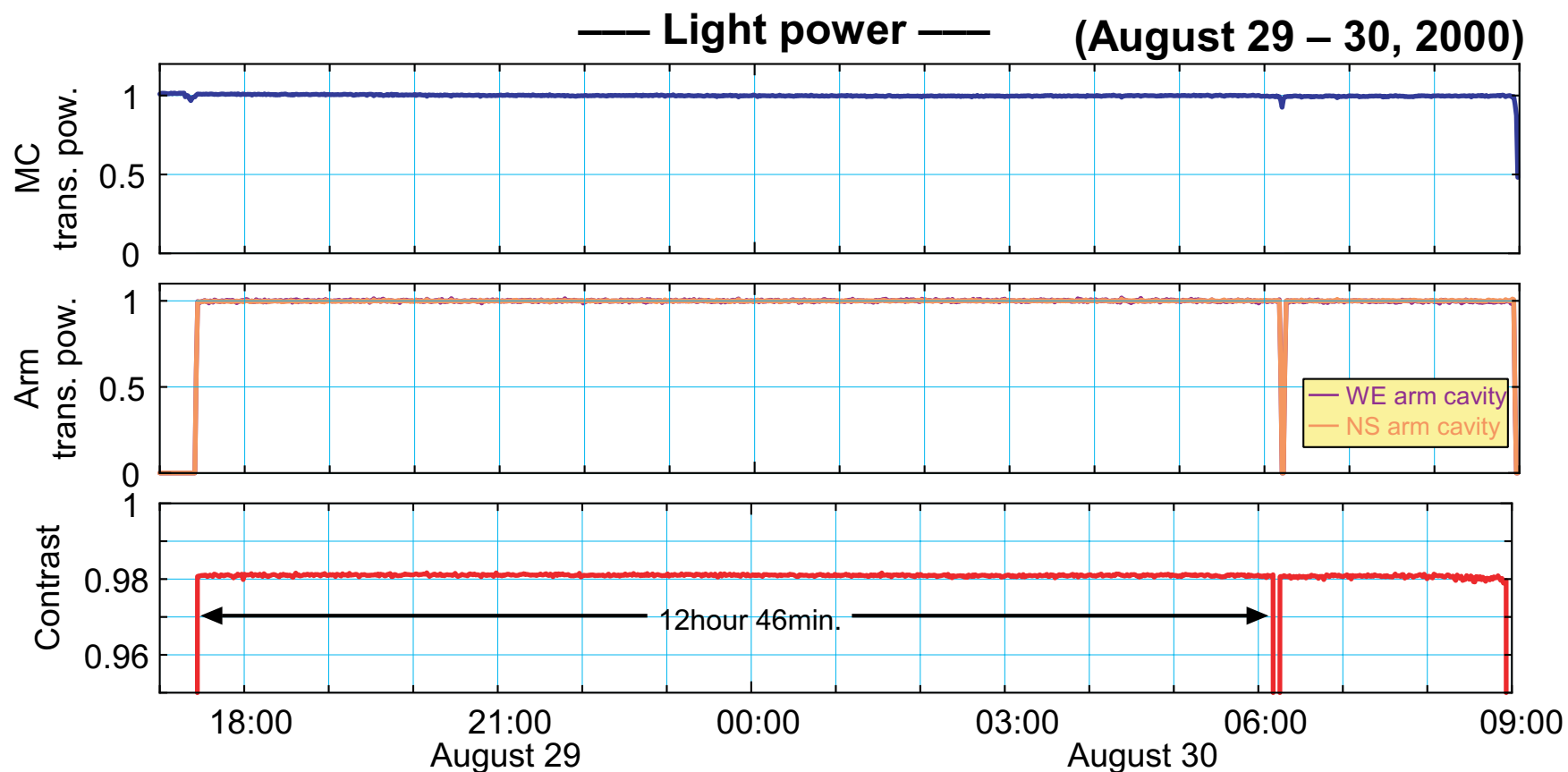
## レーザーの不調

原因究明と対策が必要

光路長制御(とくに基線長の同相変動)

# Stability

## MC, 両腕キャビティ透過光量の安定度 / コントラストの安定度



### 長期変動量

MC透過光量 1.5%

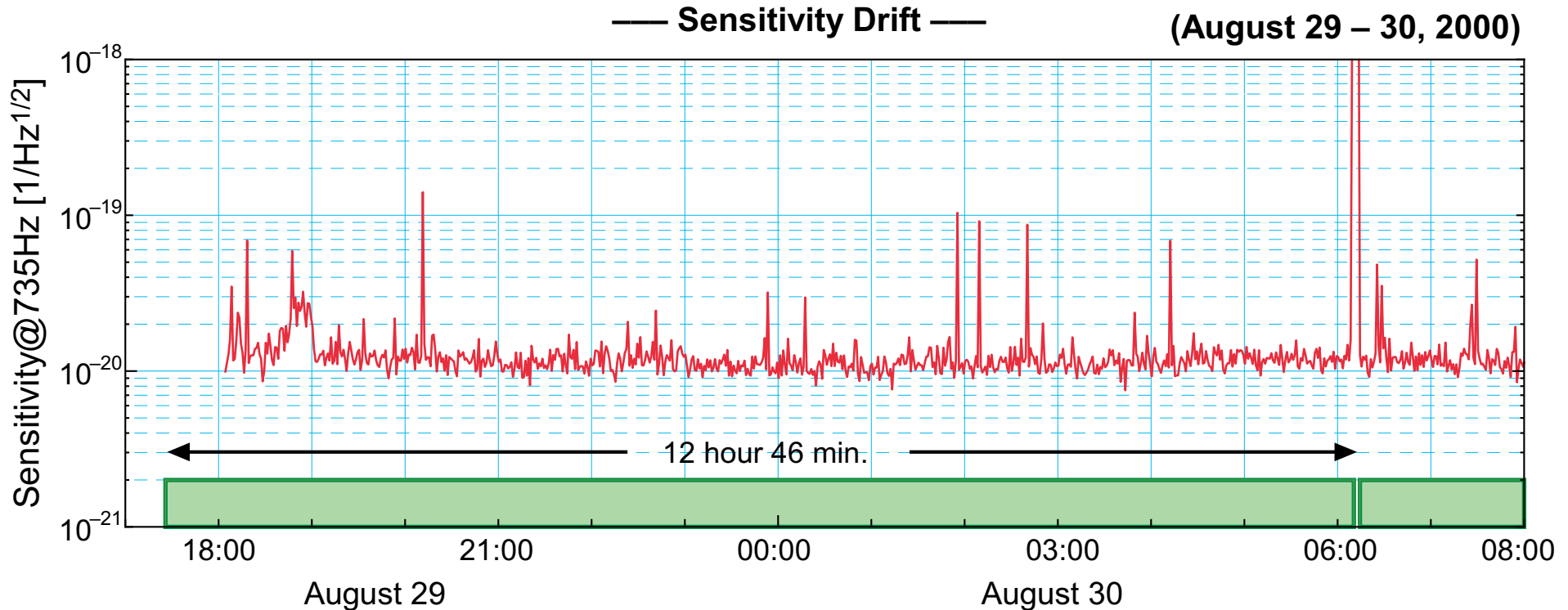
Inline arm 0.1%

Perpendicular arm 0.3%

コントラスト 0.3%

(平均値 0.981 --- sideband含む)

# Stability (2)



Typical sensitivity

$$h \sim 1 \times 10^{-20} / \sqrt{\text{Hz}}$$

DT2, DT3で見られたバースト状ノイズ

→ レーザー励起電流の調整により激減できることが判明した

すべての非定常雑音が除去されたわけではない

→ 散乱光やコントラスト悪化による影響は見られた

# Summary

干渉計型重力波検出器TAMA300 :

世界最高感度

$1.5 \times 10^{-18} \text{ m}/\sqrt{\text{Hz}} @ 600 \sim 1.4 \text{ kHz}$    $h = 5 \times 10^{-21} /\sqrt{\text{Hz}}$

## Data Taking 4

2週間の運転: 167時間のデータを取得

最長ロック: 12時間47分

通日運転: 24時間中 23時間動作

干渉計感度・各種光量 非常に安定

 これまでの高感度化・高安定化の研究の成果

## 今後

感度・安定度向上のための方策 / さらなる自動化