

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

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

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

Introduction

TAMA300のpower recycling (2001/10~)

目的

Recyclingにより感度を向上 観測

現状

2001/12 Recyclingした干渉計の動作に成功($P_{\text{laser}} = 1\text{W}$)

2002/4 高出力レーザー($P_{\text{laser}} = 9\text{W}$)を用いた動作に成功

2002/8 TAMA300ベスト感度の更新

変位雑音 $dx = 1.0 \times 10^{-18} \text{ m/Hz}$

歪み感度 $h = 3.3 \times 10^{-21} / \text{Hz}$

2002/8/31-9/1 Data Taking 7 (LIGO, GEOとの同時運転)

連続ロック 8時間以上

現在の取り組み:

さらなる感度の向上を図っている

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

プロジェクトの目的

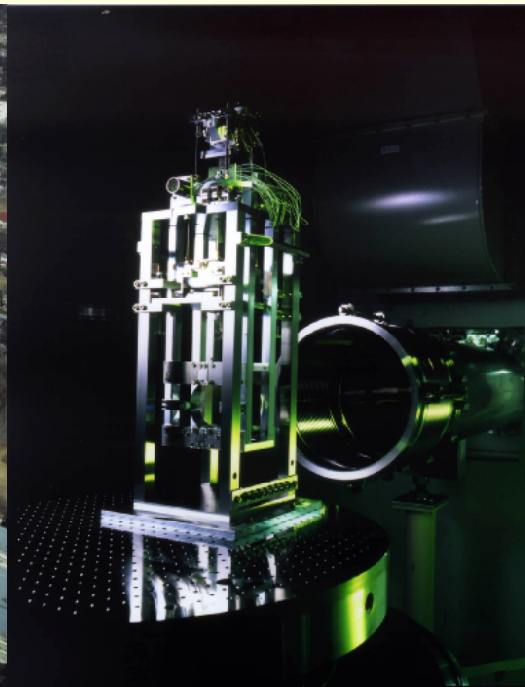
近傍銀河でのイベントを検出可能な実証型検出器の開発

将来のkm 級干渉計のための技術開発

Designed sensitivity $\sim h_{\text{RMS}} = 3 \times 10^{-21}$ @300Hz (BW300Hz)



*TAMA300 site
Bird's view*

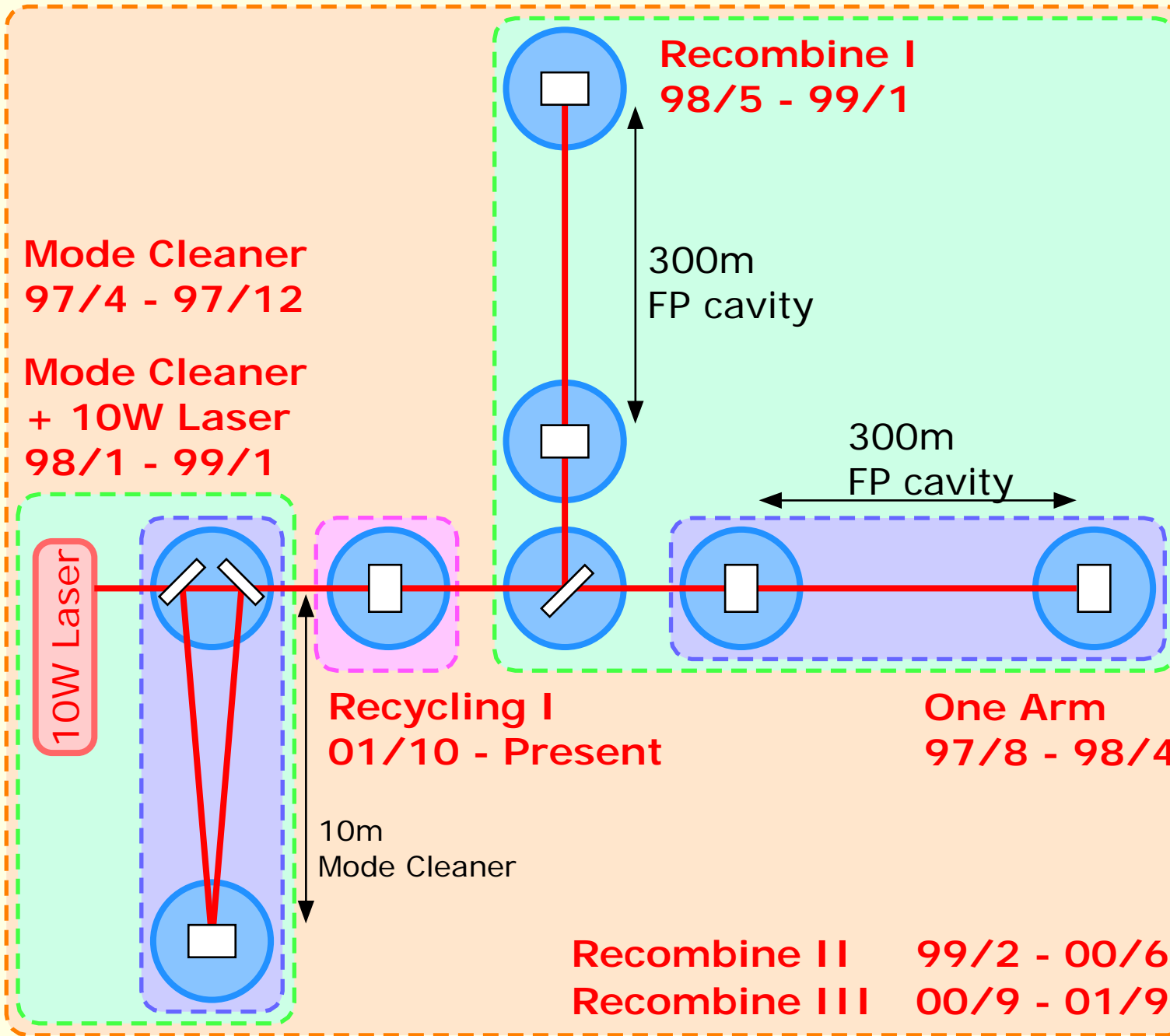


*Suspended
Mirrors*



*300m length
vacuum tube*

これまでのTAMA300 検出器開発



1995	Project started
1996	Facility construction completed
1997	Vacuum system completed
1999/8	Data Taking 1 11h
1999/9	Data Taking 2 31h
2000/4	Data Taking 3 13h
2000/8,9	Data Taking 4 167h
2001/3	Data Taking 5 111h
2001/8,9	Data Taking 6 1038h
2001/10	Recycling experiment started
2001/12	Recycling locked
2002/8-9	Data Taking 7 25h

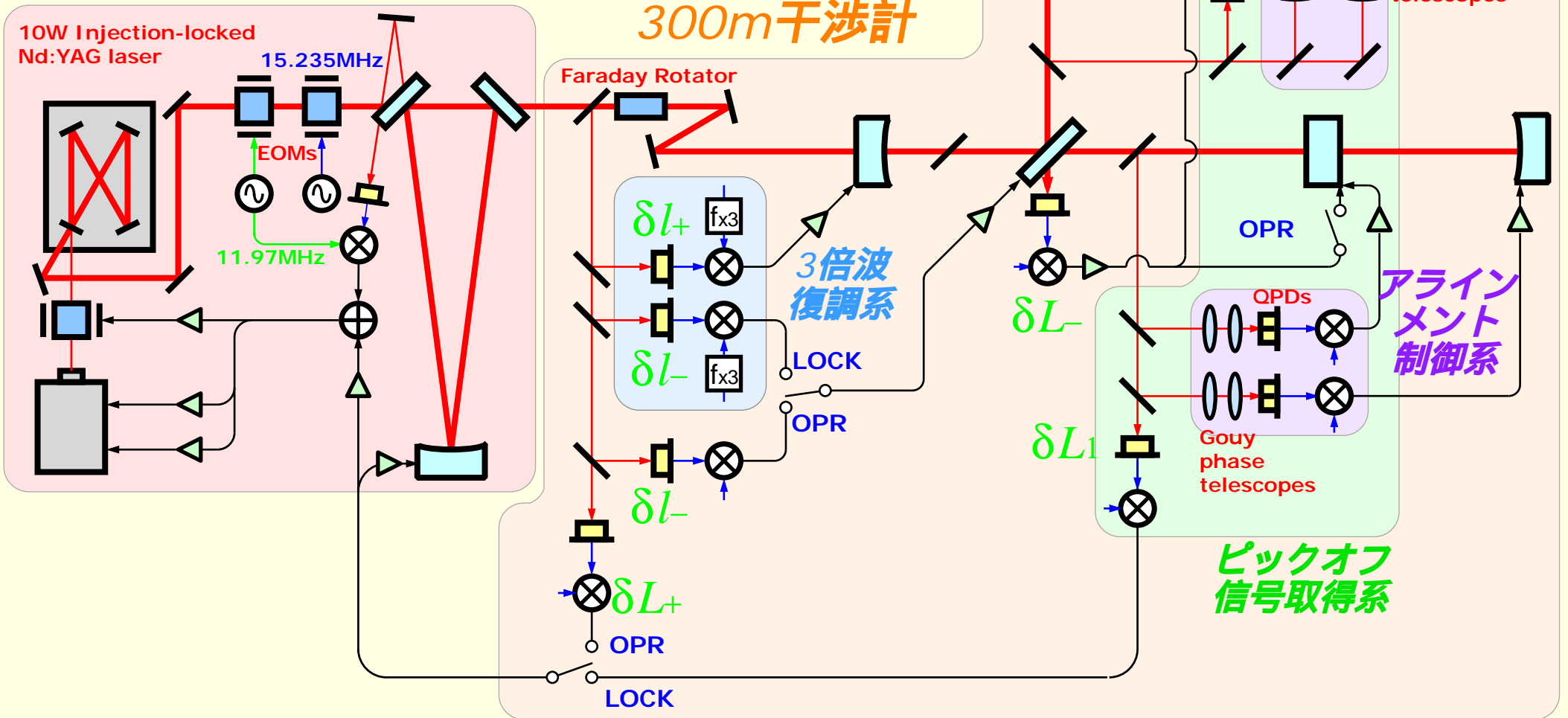
光学系および制御系

ロック用の光路長制御

Test massのアライメント制御

観測用の光路長制御

10mモードクリーナ



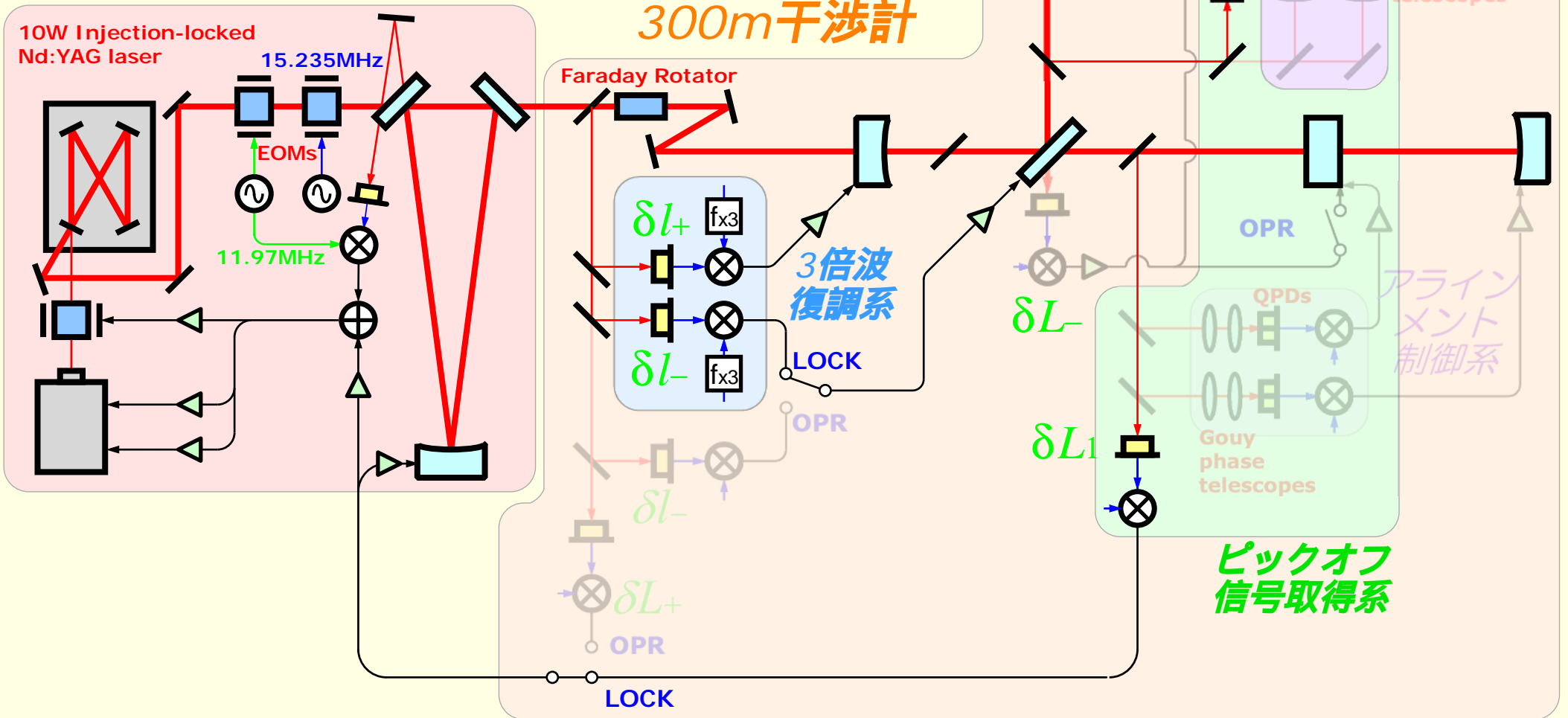
光学系および制御系

ロック用の光路長制御

Test massのアライメント制御

観測用の光路長制御

10mモードクリーナ



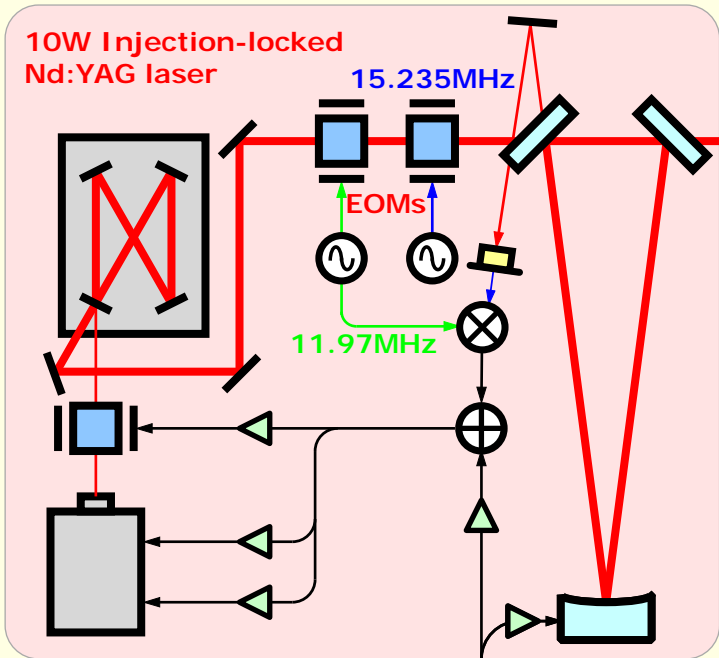
光学系および制御系

ロック用の光路長制御

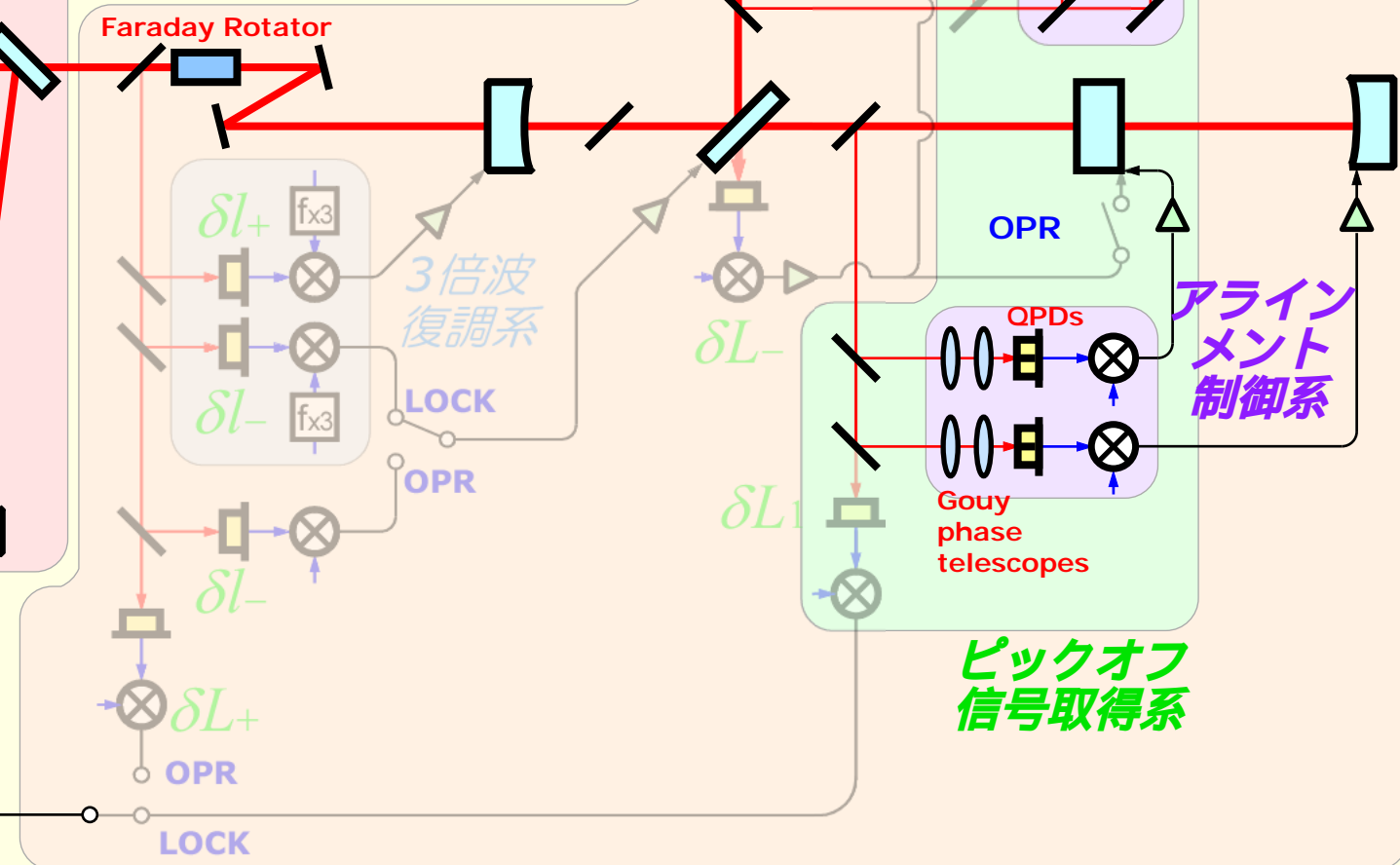
Test massのアライメント制御

観測用の光路長制御

10mモードクリーナ



300m干渉計



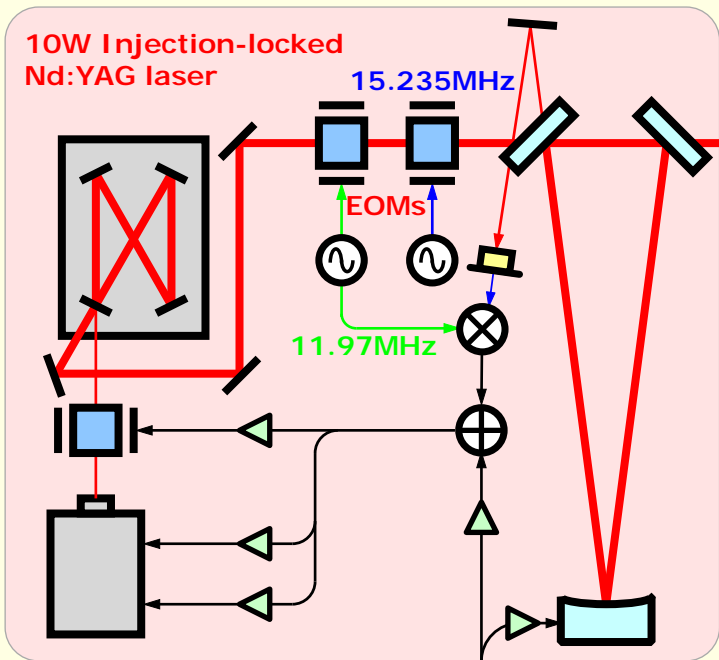
光学系および制御系

ロック用の光路長制御

Test massのアライメント制御

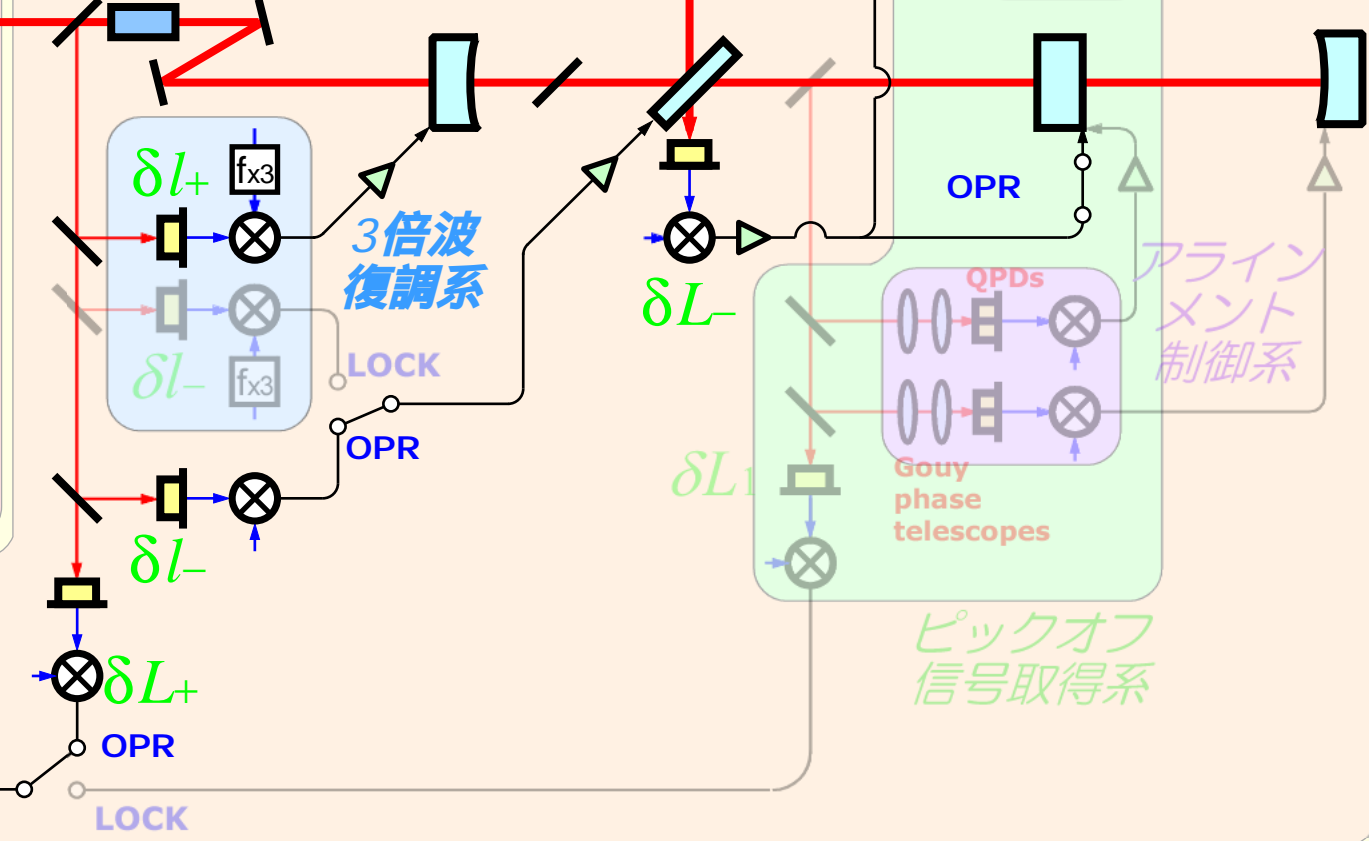
観測用の光路長制御

10mモードクリーナ



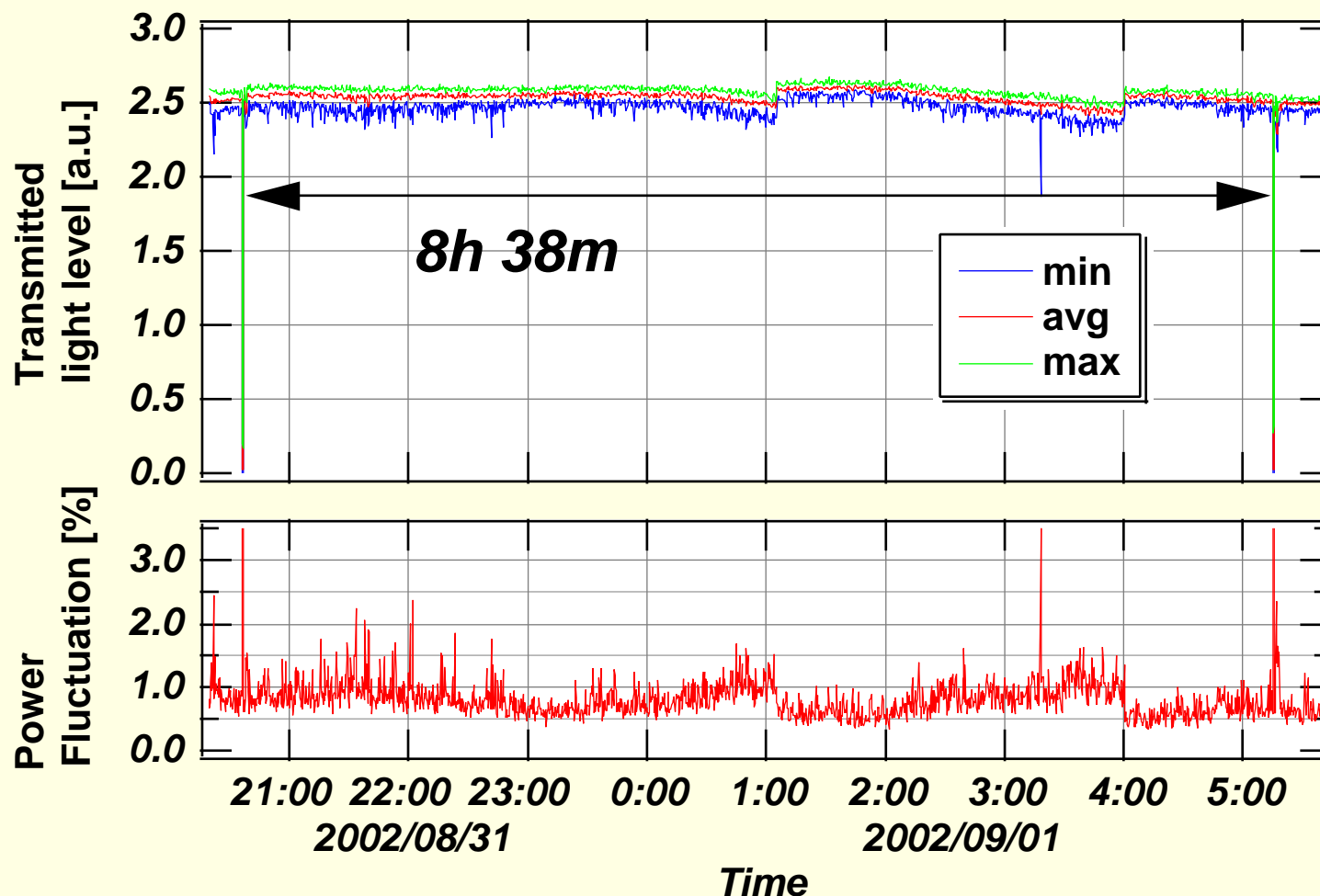
300m干渉計

Faraday Rotator



動作の安定度

最長連続動作時間：8時間38分



短期 (~ 3 sec) パワー変動は ~ 1 %
パワーの長期ドリフトが見られる

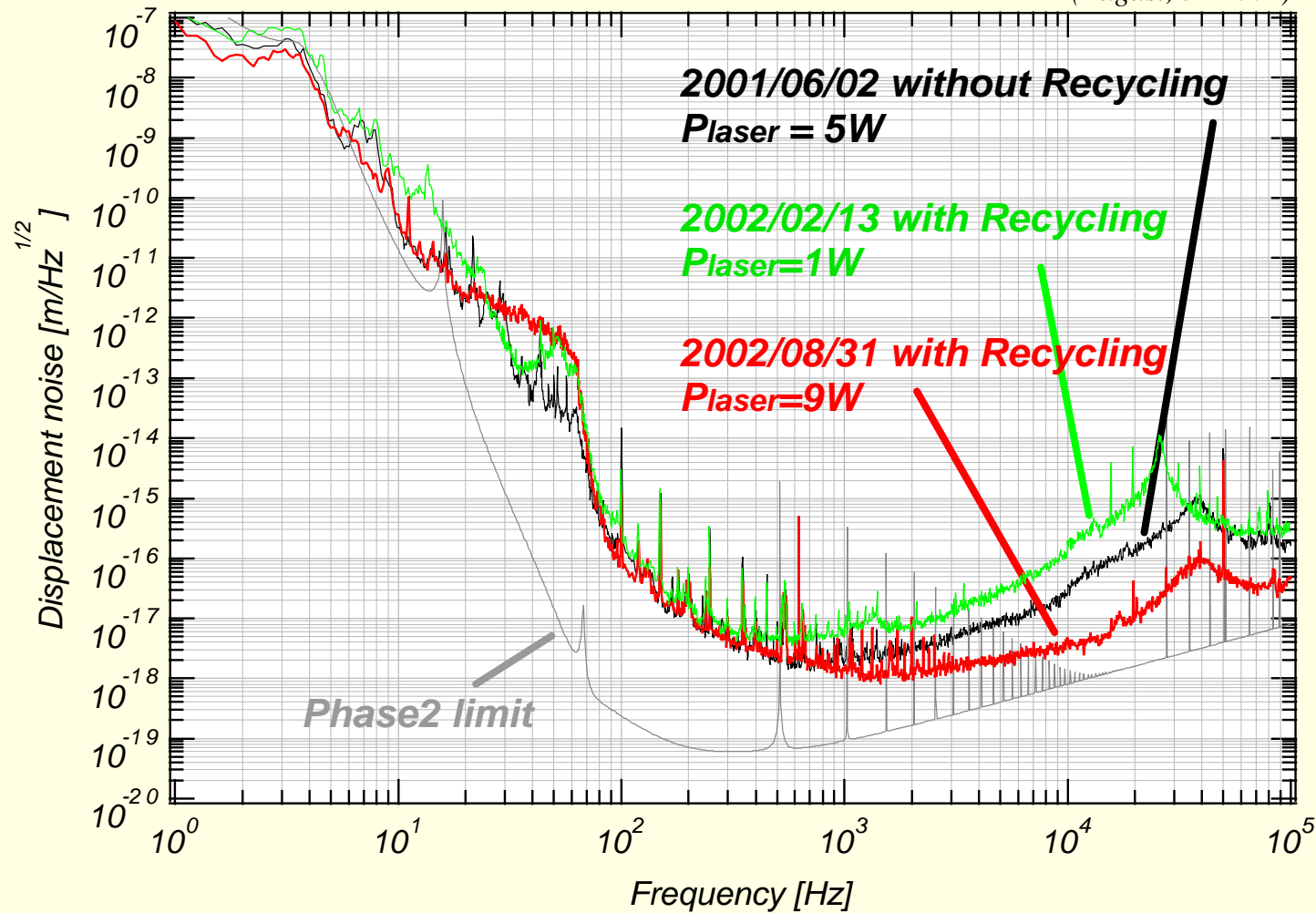
アラインメント制御の効果
さらなるドリフト制御・
アラインメント制御の必要性

干渉計の感度

変位雑音レベル

Displacement noise level of TAMA300

(August, 31 2002)



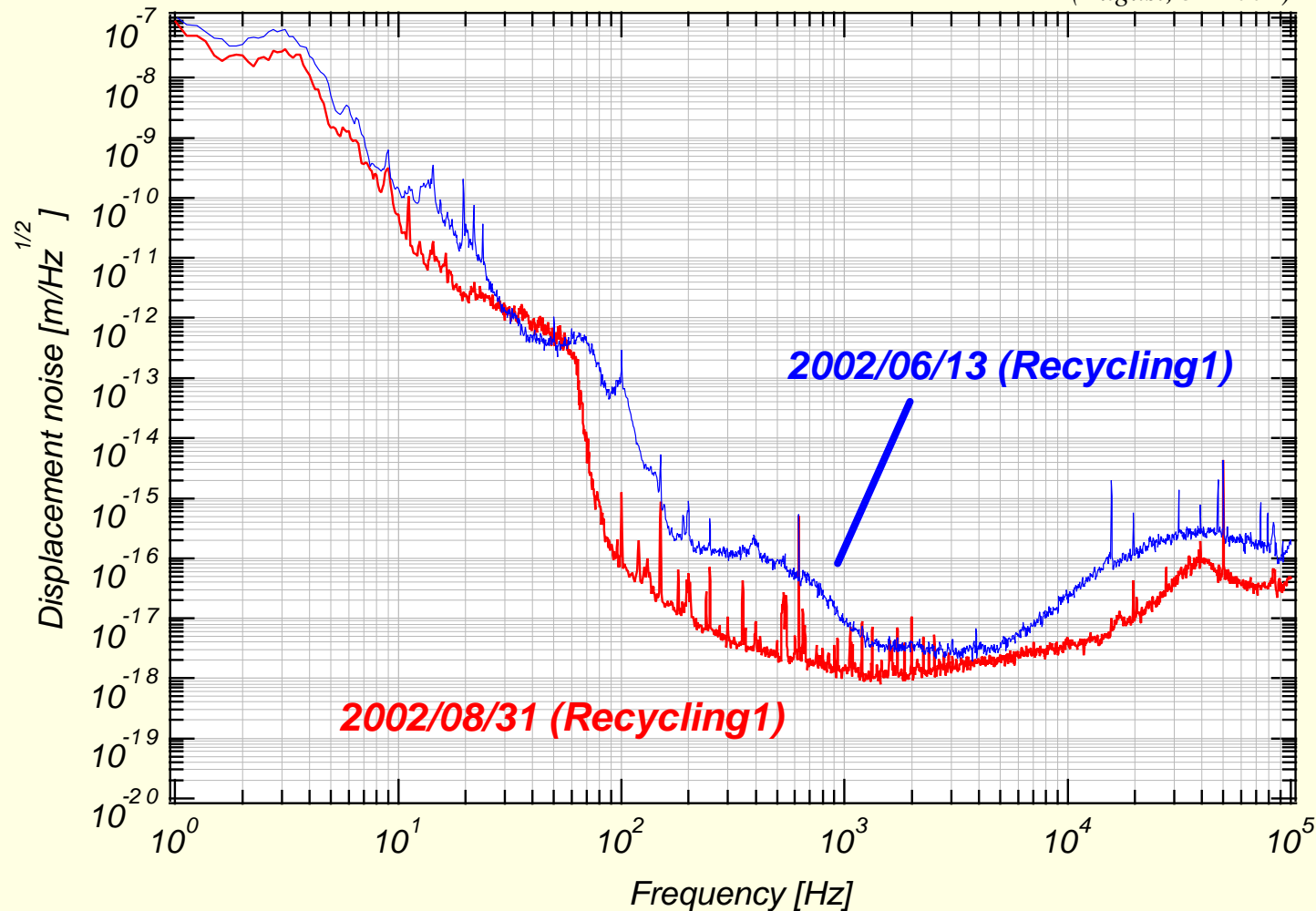
$1.0 \times 10^{-18} \text{ m/Hz}^{1/2} @ 1\text{kHz}$ ~ リサイクリングによる感度の改善

干渉計の感度

変位雑音レベル

Displacement noise level of TAMA300

(August, 31 2002)



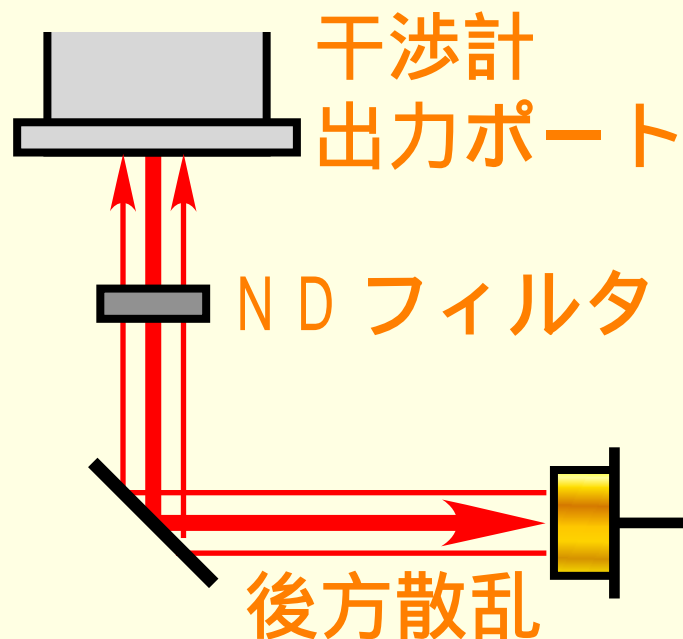
高出力レーザー導入後、一時悪化していた雑音

~ 周波数安定化・非定常雑音の対処 (= 散乱光対策)

散乱光の同定

光減衰フィルタを使用する手法 (Imported from Germany)

光検出ポートにNDフィルタを置き、
干渉計に導入される散乱光の量を減衰する。



フィルタによる減衰:

信号の大きさ (s):

散乱光量 (n):

2

散乱光雑音の大きさ

(n / s):

End Room光学ベンチ上の散乱光

雑音の原因であると断定・除去

その他、Alignment制御用光学ベンチの散乱光も除去

今後の計画

DT8

~ LIGO, GEO干渉計とのフルコインシデンス
2002冬?

数100Hz帯での雑音低減
雑音メカニズムの追求

安定度の向上

アラインメント制御・光軸ドリフト制御

数kHz帯でのショット雑音レベルを目指す

まとめ

TAMA300のリサイクリング実験

目的：感度を向上し、観測を行う

高出力レーザーを用いた動作に成功

感度～リサイクリングによる感度の更新

変位雑音 $dx=1.0 \times 10^{-18}$ m/ Hz

歪み感度 $h=3.3 \times 10^{-21}$ / Hz

干渉計の安定度

現在の最長連続動作 8時間38分

短期安定度 光量変動 $\sim 1\%$

干渉計内光量のドリフトが見られる 今後の安定化

次期観測DT8～2002/冬?

LIGO/GEOとのコインシデンス