

レーザーパルス蓄積共振器と フィードバック技術開発

高橋 徹
広島大学

2017年2月28日
第17回全体会合

報告概要

- 光蓄積共振器開発
 - 高フィネス共振器
 - デジタルフィードバック
- まとめ

KEK-広島共振器

- 目的:

- レーザーの高強度化 < – レーザー蓄積のための共振器制御技術

- 広島大学のテストベッドにおける技術開発

- 高反射鏡

- 鏡のクリーニング

- 表面の状態の評価

- 共振器制御

- 共振器の特性把握

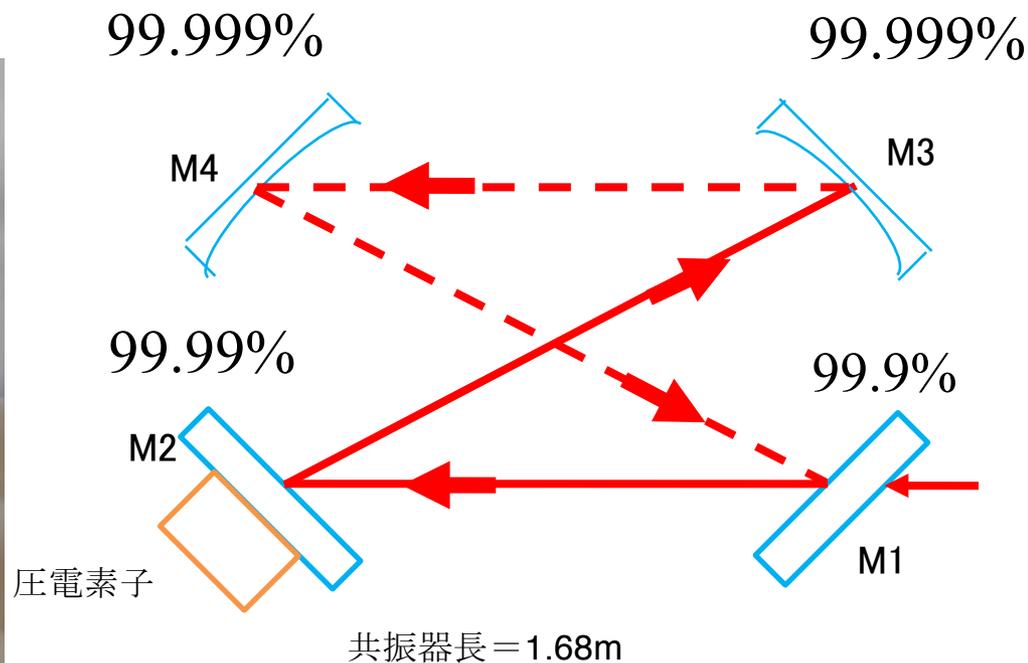
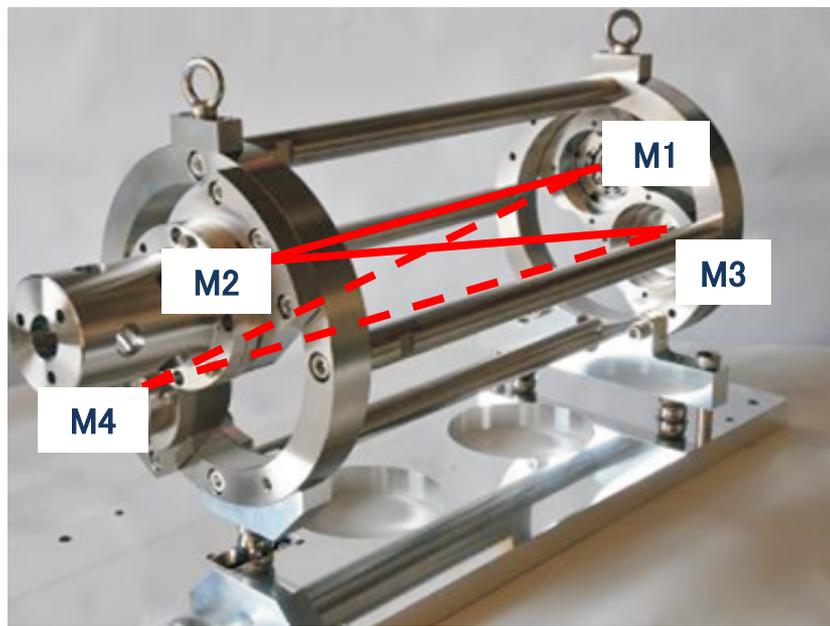
- 高反射率鏡の実装による高フィネス化

- デジタル制御とアナログ制御

まとめ（前回2016年11月16日）

- 4鏡共振器の高フィネス化を目指す。
 - デジタルFB
 - 基本セットアップあり
 - 高フィネス化
 - フィネス7,800を確認（4鏡のうち2枚は高反射率）
 - –>高反射率鏡へ交換（残り2まい）
- 新たな共振器制御方法（自己共鳴型）
 - モードロック発振を確認

3次元4枚鏡共振器



- 鏡の反射率 (購入時スペック)

フィネス: 7,800 → 48,000

増大率: 2,500 → 15,000

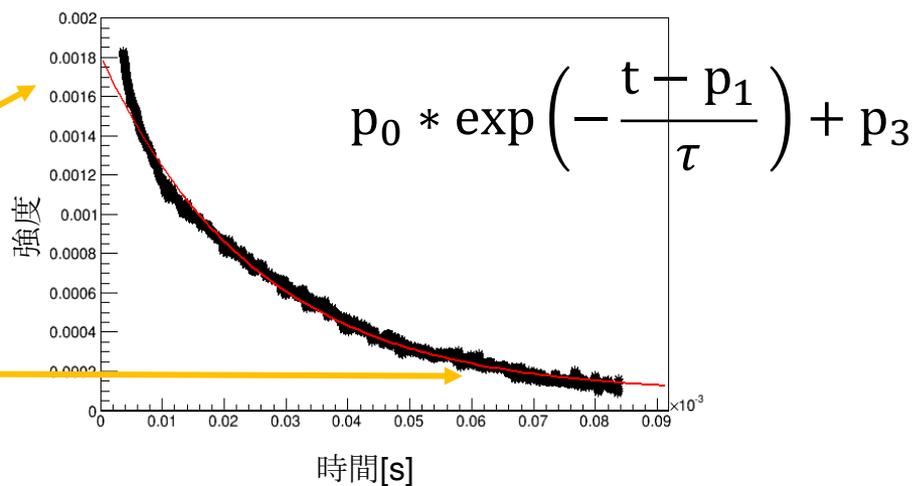
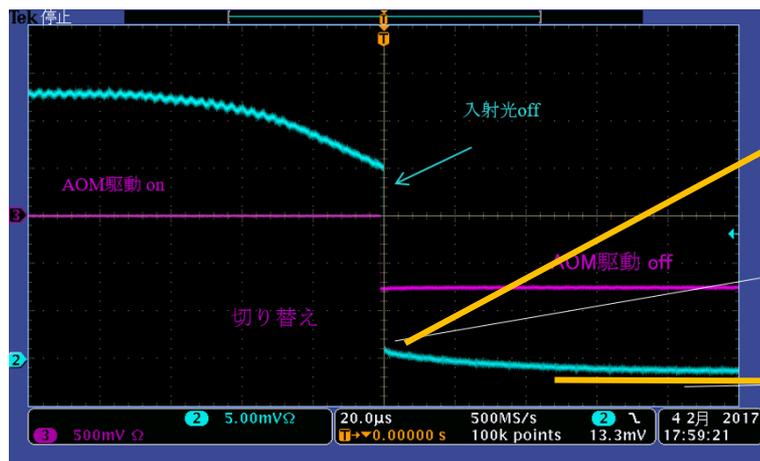
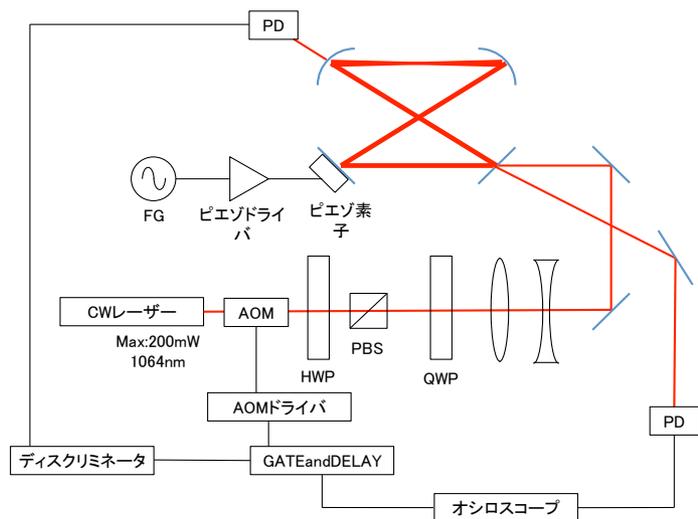
共鳴幅 (FWHM) 135 pm → 22 pm

共振器の設置



防振台上に設置 < 一床からの振動
防音壁でかこむ < 一空気の振動

フィネス測定



$$\tau = 24.3 \pm 1.9 \mu\text{s}$$

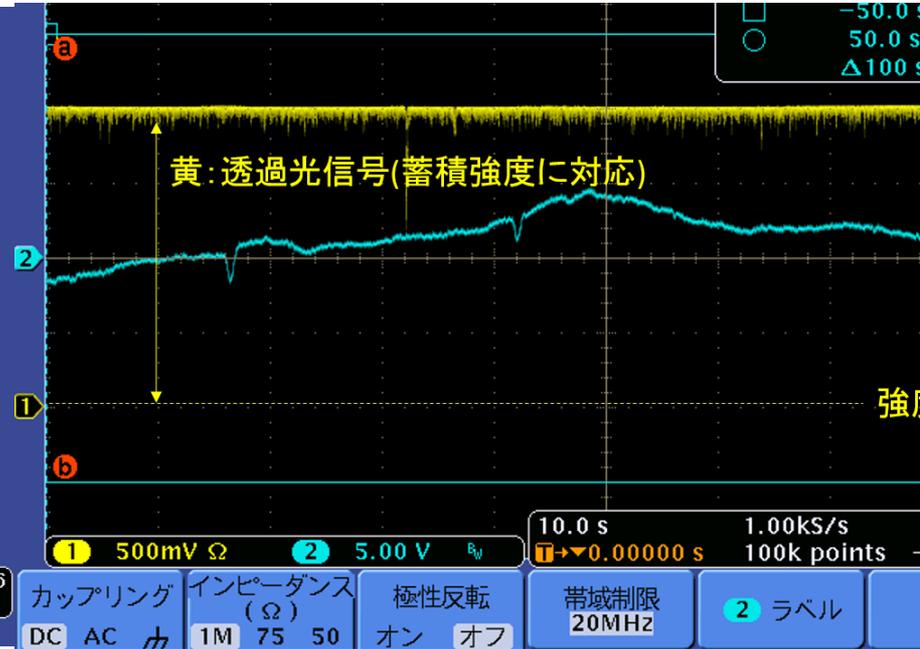
$$F = \frac{2\pi c}{L} \tau = 27180 \pm 2300$$

共鳴幅 (FWHM 37pm)

共鳴維持



共鳴観測

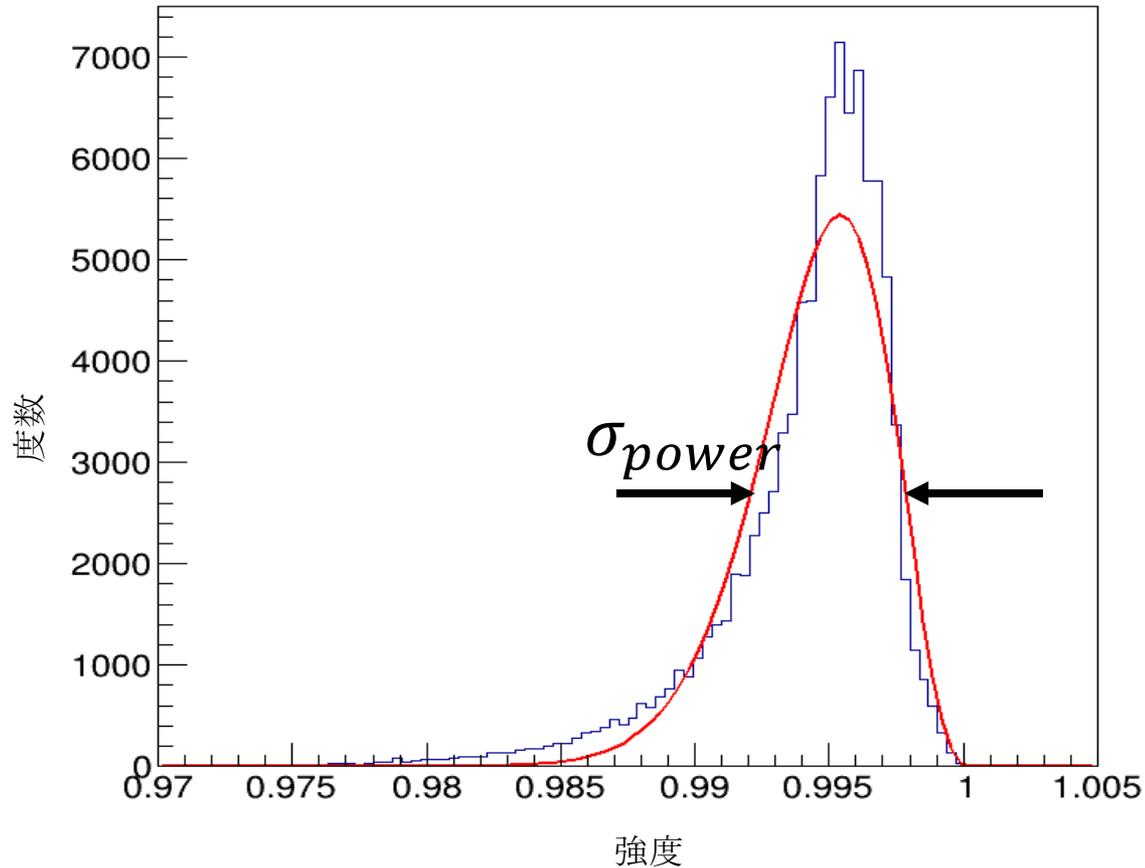


共鳴維持

蓄積強度98W(入射光強度10mW)

増倍率9800倍

蓄積強度の安定度



強度平均 $P_{ave} = 99.26\%$

強度揺らぎ $\sigma_{power} = 0.5\%$

光路長の制御精度

0.310pm

制御安定性の評価

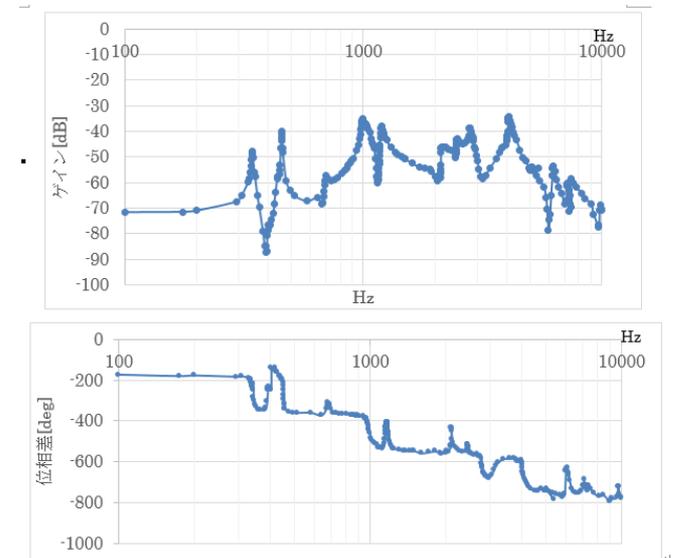
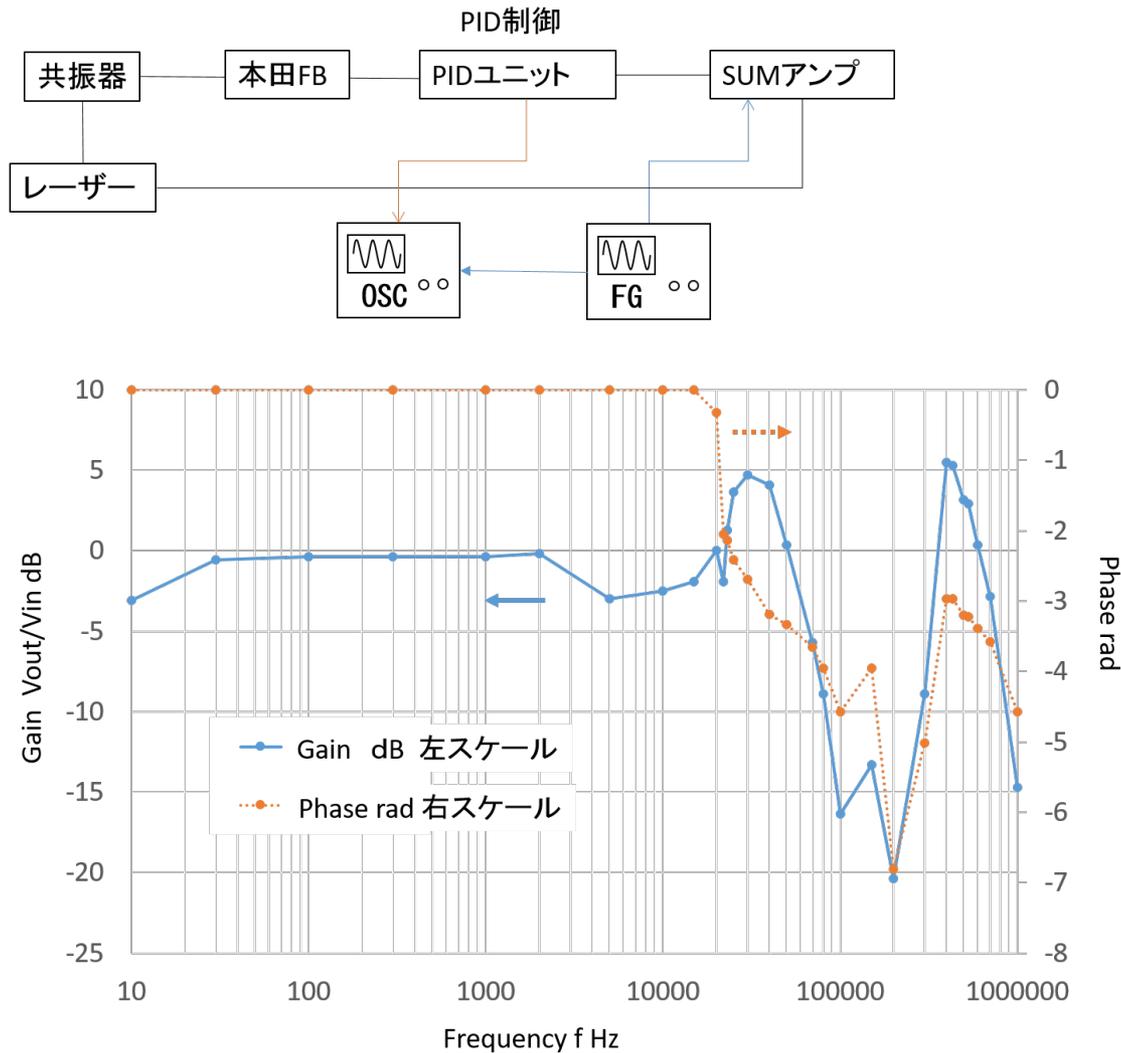
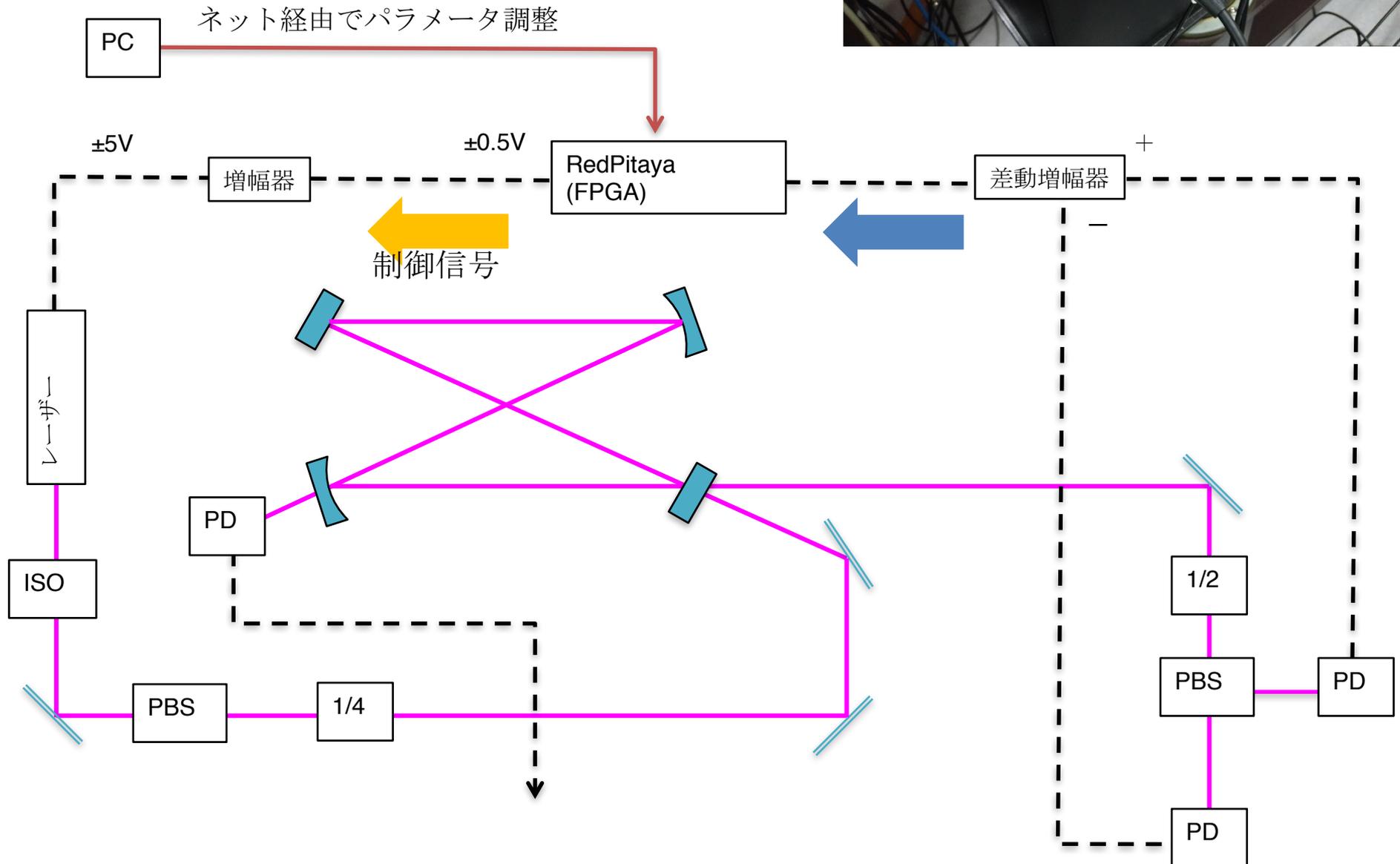
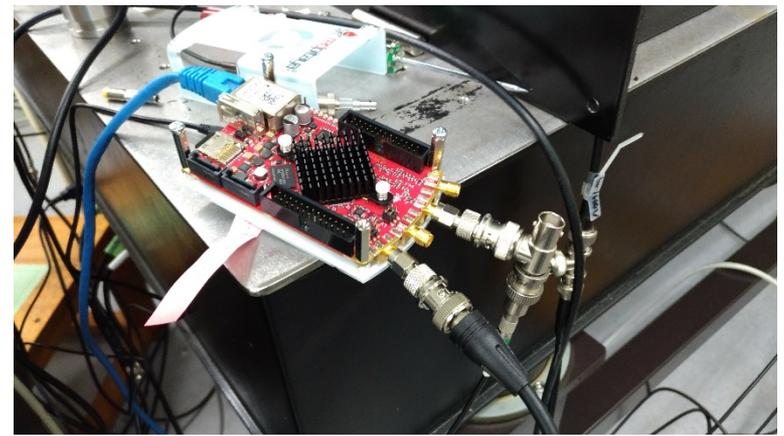


図 3-14 ミラーホルダーの周波数応答 (上: ゲイン, 下: 位相差)

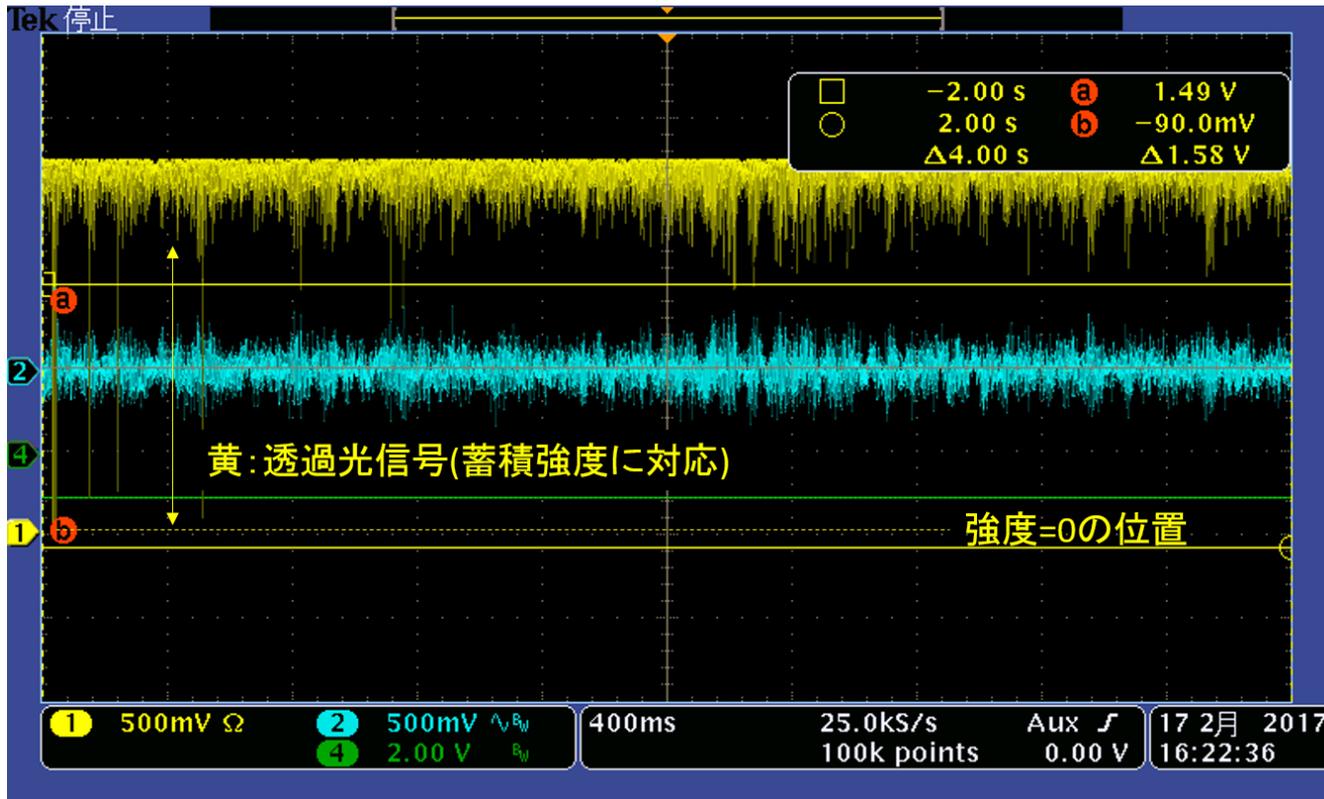
参考 (ミーホルダーの周波数特性)

20kHzの外乱はフィードバックによる完全に抑制できている。

デジタル制御



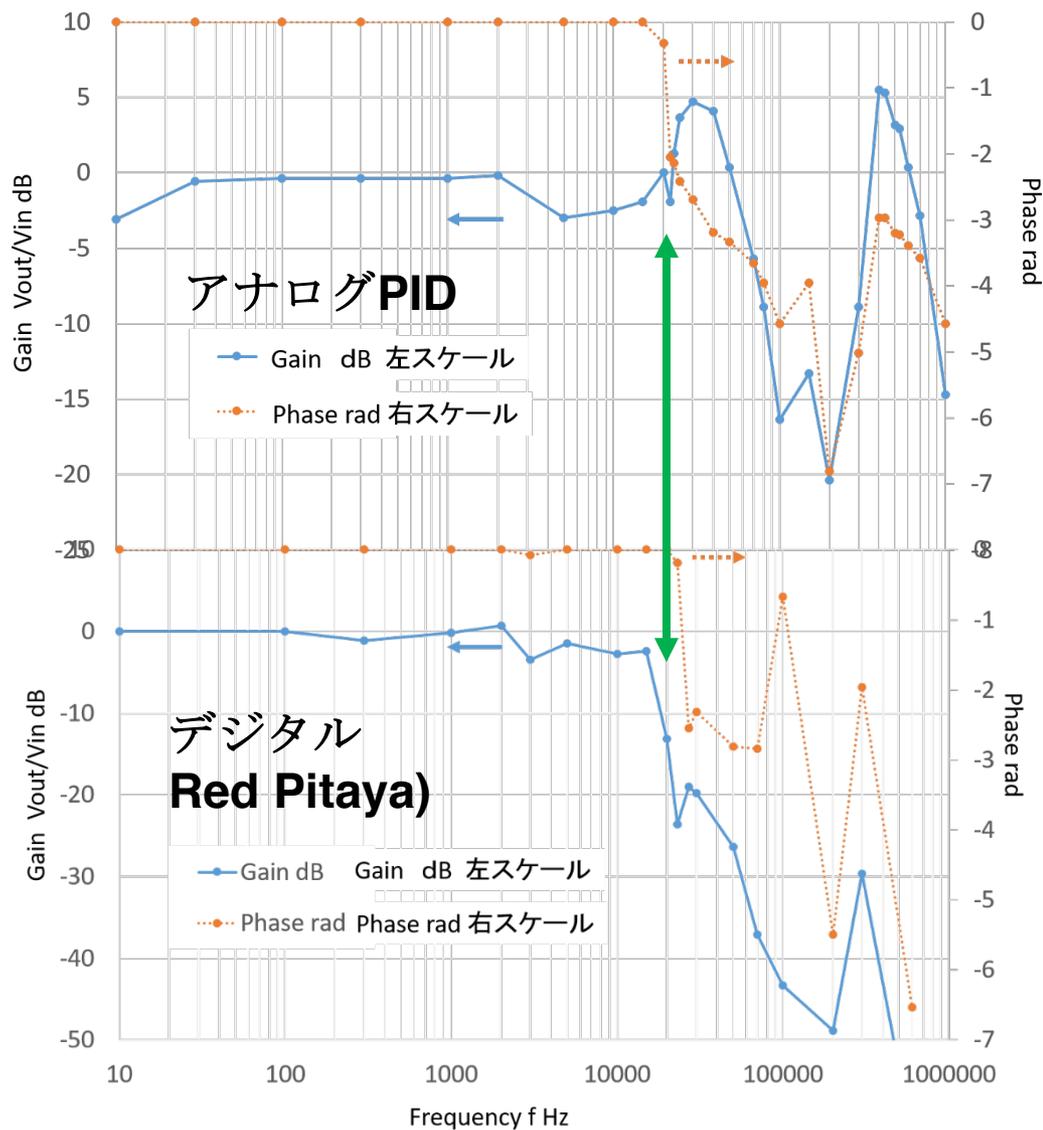
デジタル制御



共鳴維持はできている。アナログより揺らぎは大きい。

ただし、共鳴幅は37pm (数pmの精度はでていとされる)

制御安定性



アナログPID

デジタルPID

Red Pitayaは20kHz手前からゲインが急激に低下

まとめ

- レーザー蓄積技術開発

- 3次元4鏡共振器

- フィネス27180(共鳴半値幅37pm)
- 蓄積増大率, 9800
- 蓄積強度揺らぎ0.5%
 - 光路長制御精度0.31pmに相当

- デジタル制御

- 半値幅37pmの共振器を共鳴維持

- フィードバック制御の定量解析データ

