

## DECIGO/Pre-DECIGOのための安定化光源

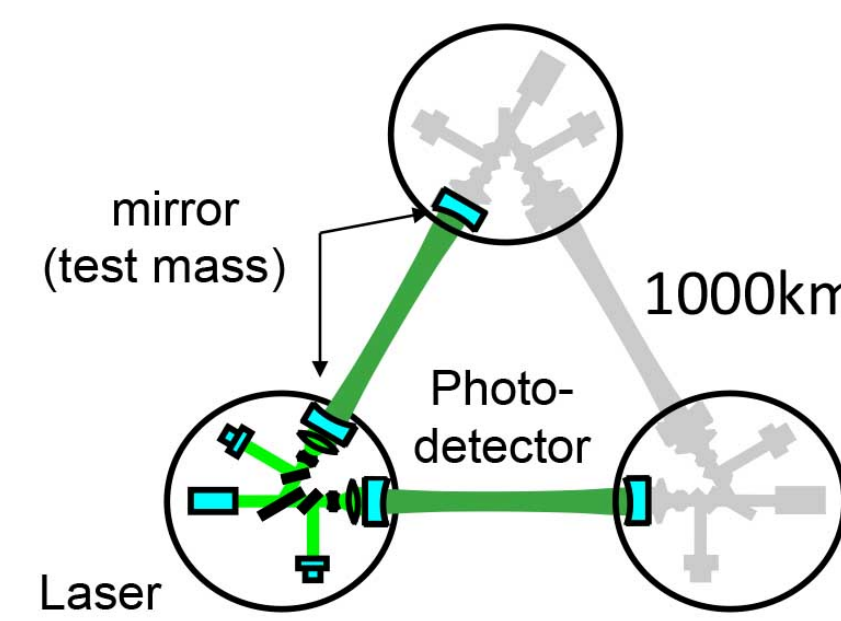
末正有、下奥あゆ美、武者満、DECIGOワーキンググループ

## 研究背景

重力波とは、天体で巨大な質量変化(ビックバン、インフレーション等)が起こった際に発生する空間の歪みが横波として伝搬する現象であり、アインシュタインによってその存在が予言された。重力波の空間変位は  $\Delta L/L=10^{-23}$  と非常に微小な値であるため直接検出は未だ実現していないが、これが検出出来れば宇宙の謎の解明や相対性理論の実証に大きく寄与すると考えられている。

本研究では日本で計画されている重力波検出器DECIGO/Pre-DECIGOのための安定化レーザーの開発を行っており、現在は高い周波数安定度と強度安定度を追求した衛星搭載用光源のBBM(Breadboard Model)を作製している。

## DECIGO (Deci-hertz interferometer GW observatory)



レーザー干渉計による精密計測で重力波検出を目指す(2030年～)

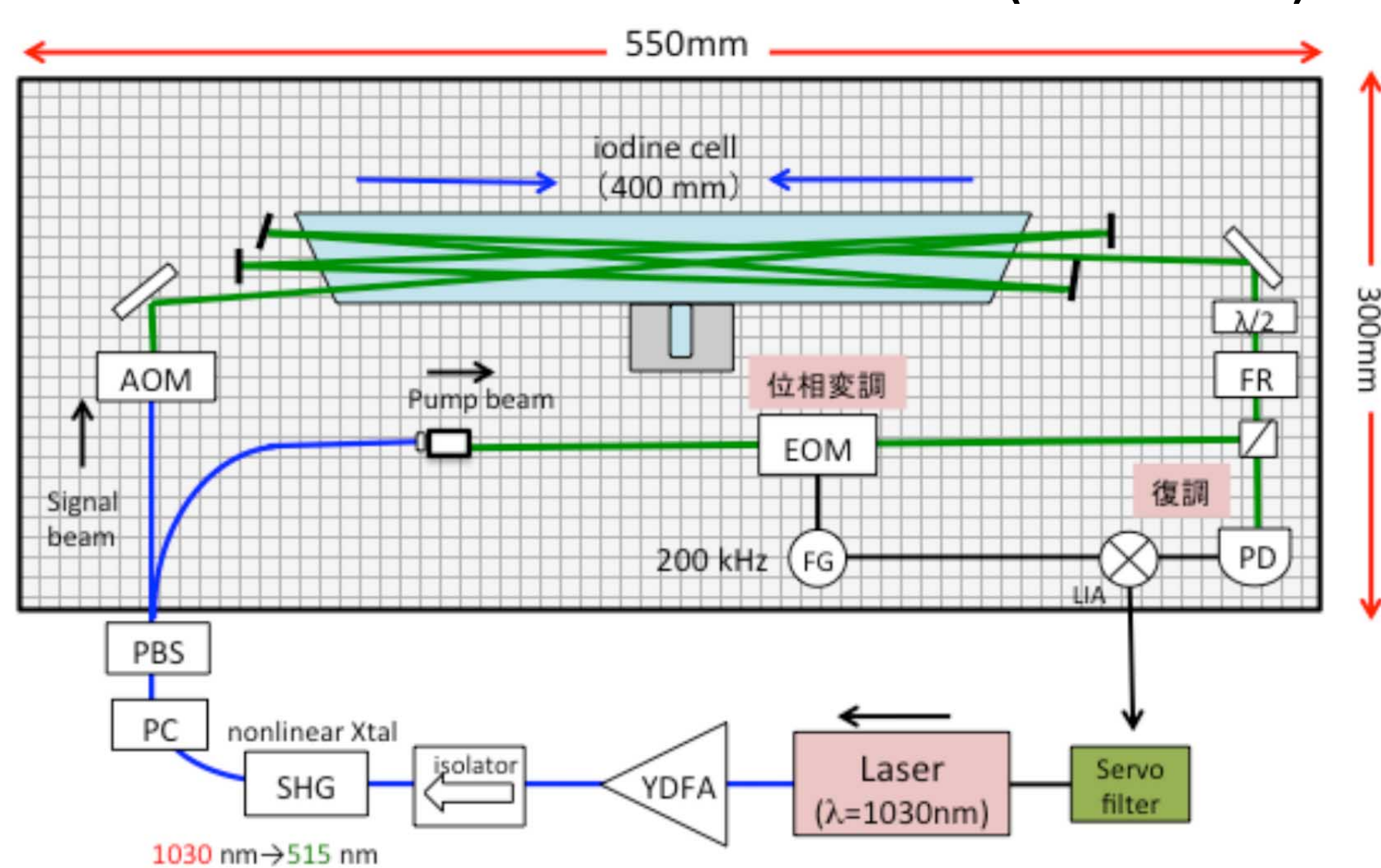
高出力・高安定＋宇宙仕様のレーザー光源が不可欠

DECIGO/Pre-DECIGO用光源の要求値

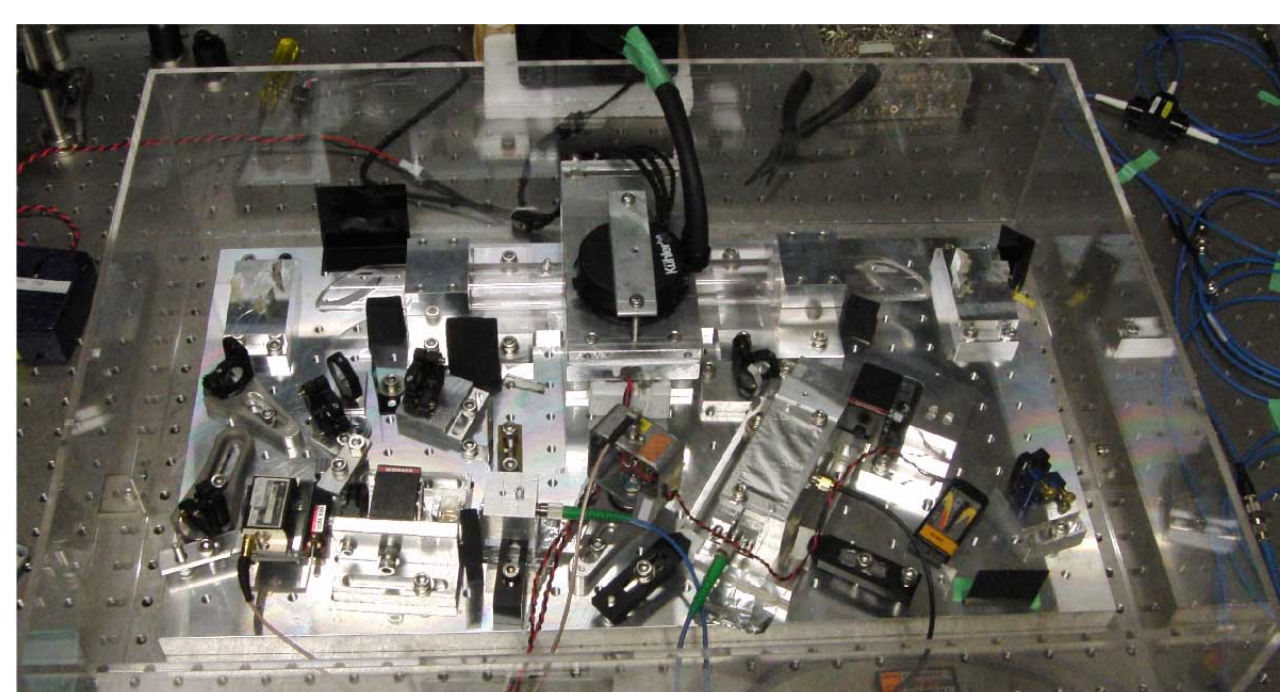
project	wavelength [nm]	power [W]	frequency noise [Hz/√Hz]@1Hz	intensity noise [1/√Hz]@1Hz
Pre-DECIGO	515	1	1	$1 \times 10^{-8}$
DECIGO	515	10	1	$1 \times 10^{-8}$

## 現在開発中の安定化光源(BBM)

ヨウ素安定化Yb: fiber laser(1030 nm)



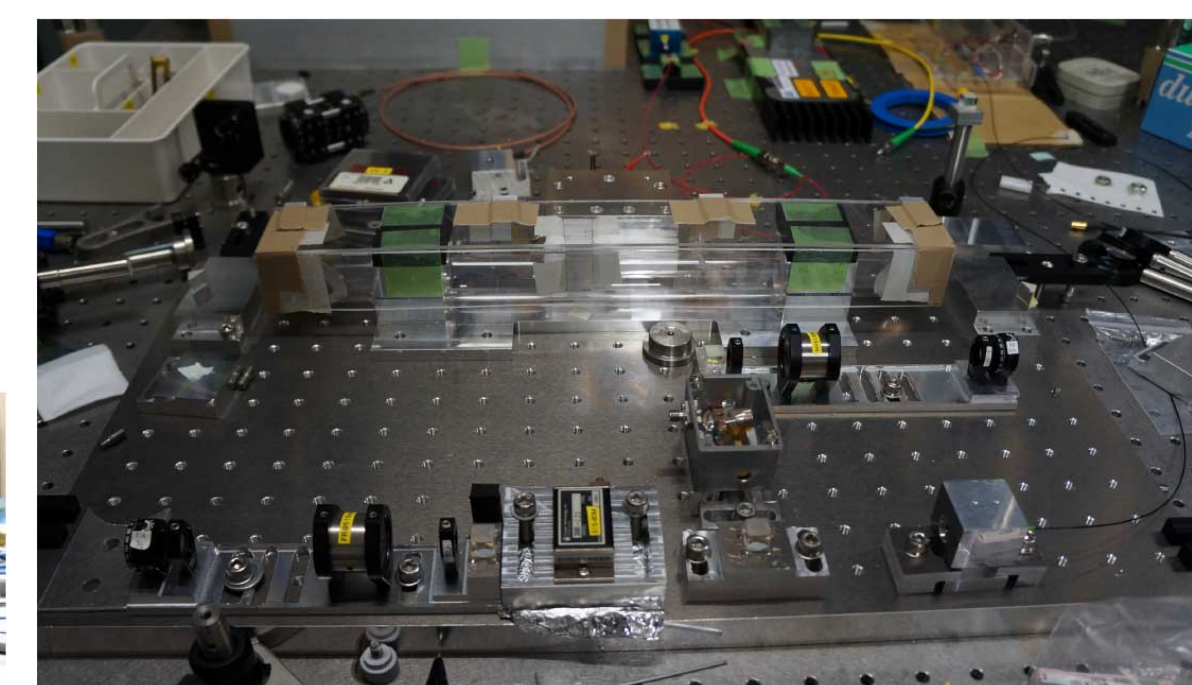
## BBM



- 光源: Yb: fiber DFB laser ( $\lambda=1030$  nm)
- ヨウ素分子の515nm帯の吸収を用いて周波数安定化
- サイズ: 500x350mm (信号取得部)
- Modulation transfer法(変調移乘法)による信号取得



## BBM(改)

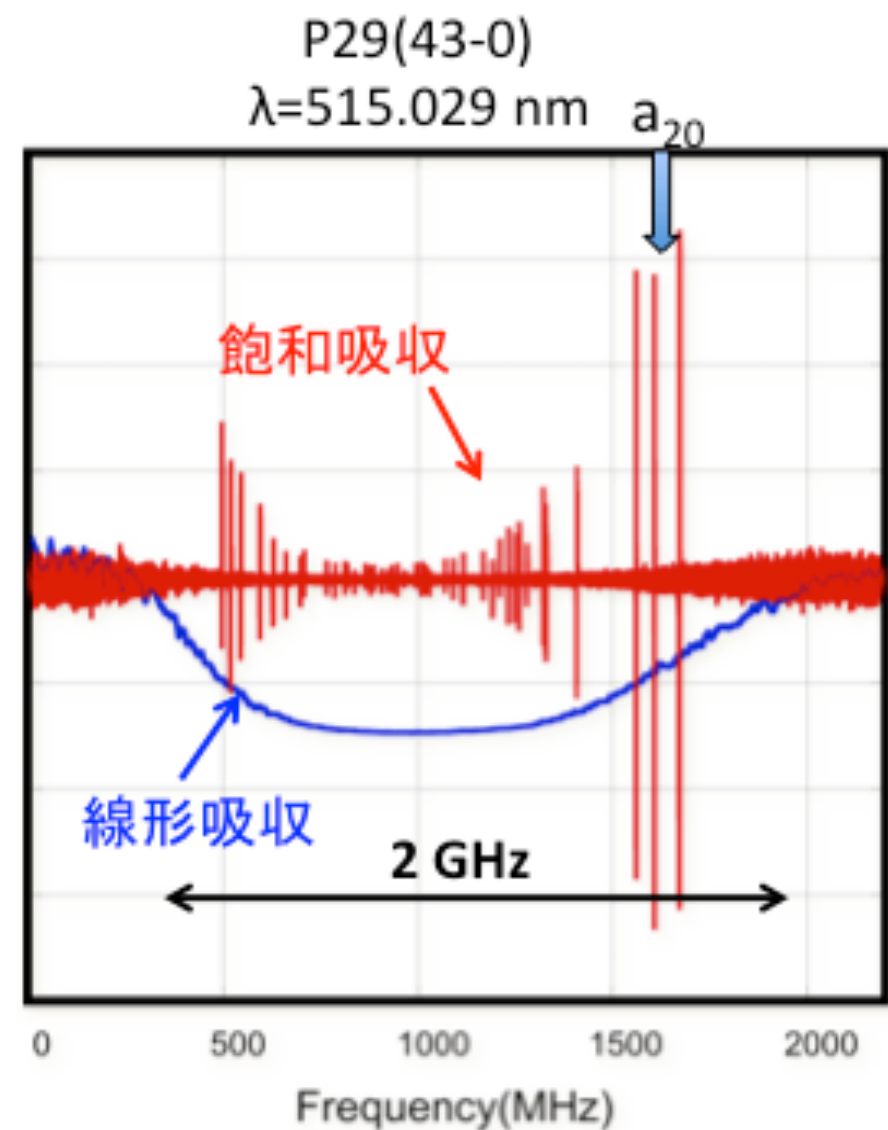


2台の光源の比較による周波数安定度の直接評価

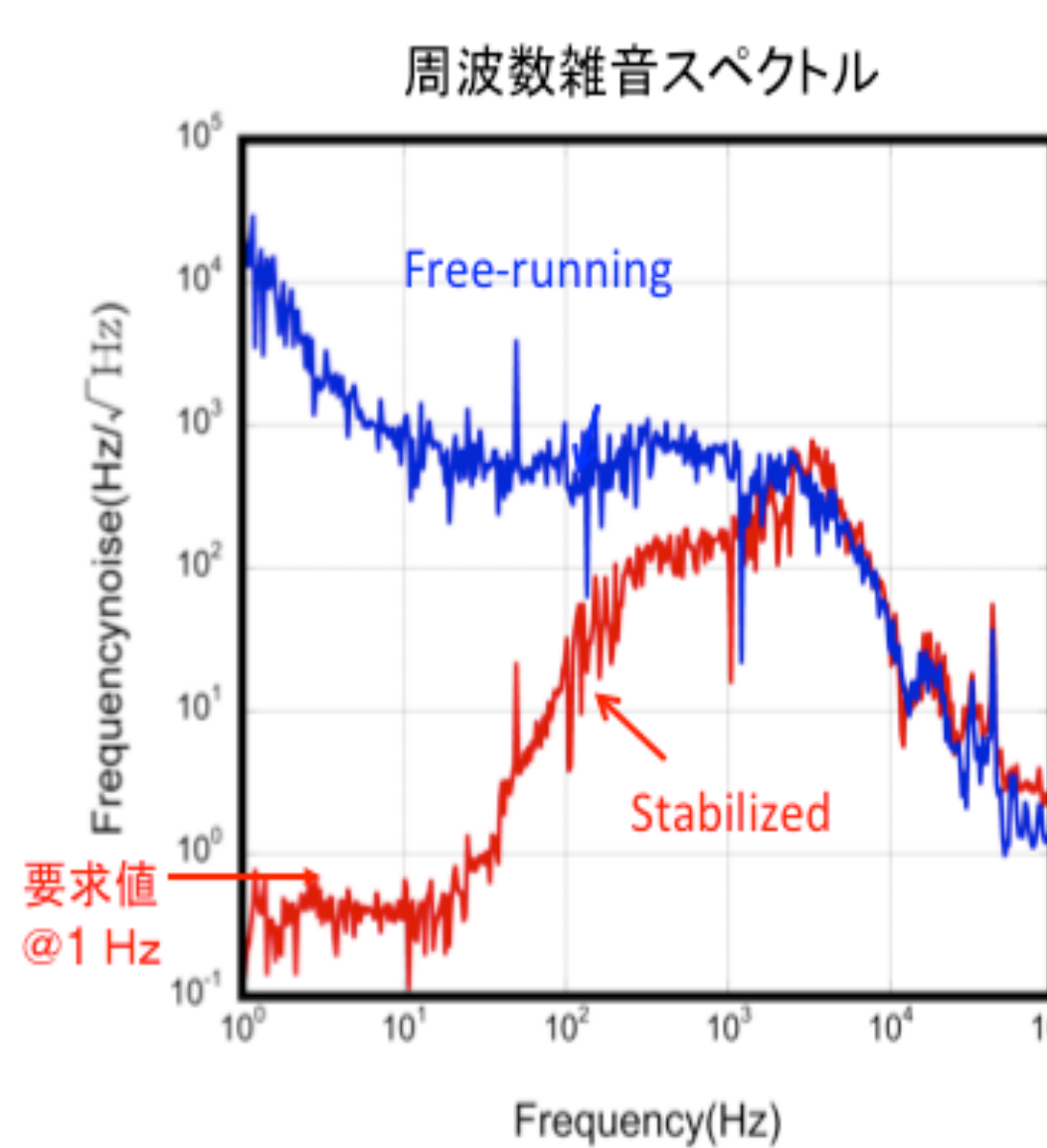
- 機械的安定性を向上
- 周波数安定度の向上

## 周波数安定化実験

得られた分光信号

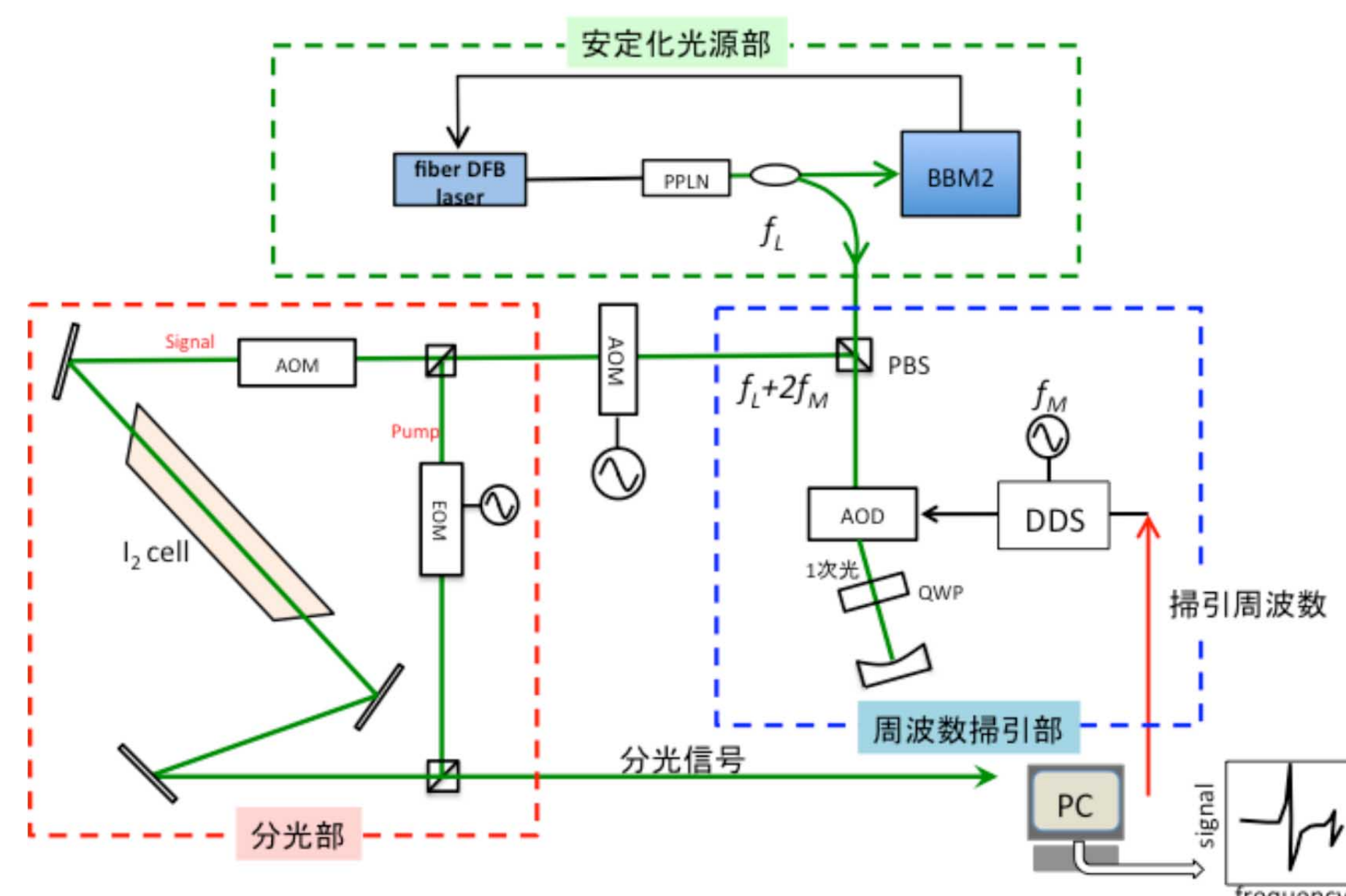


周波数雑音スペクトル(誤差信号評価)

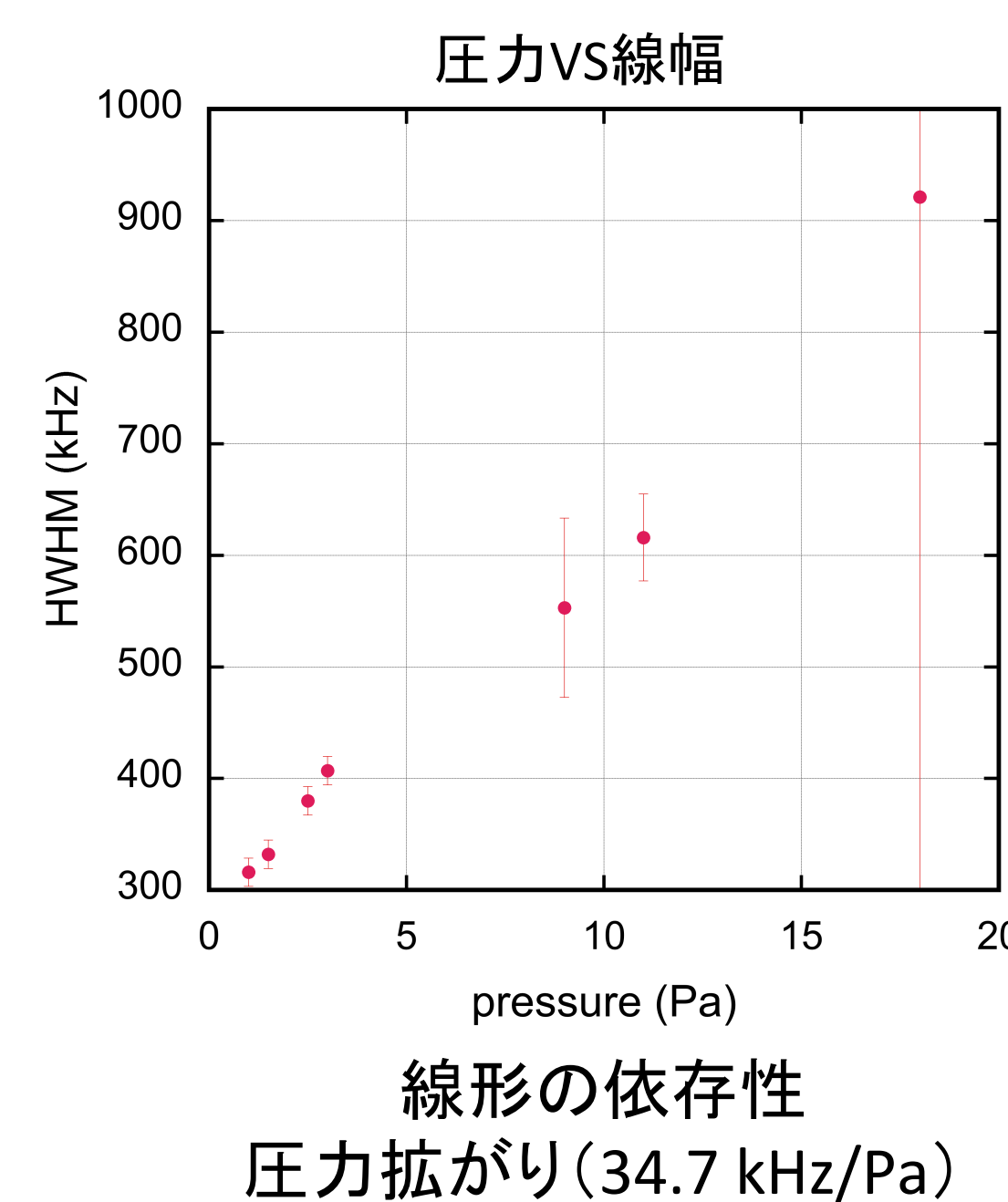


1 Hzで周波数安定度0.4 Hz/√Hzを達成

## BBM2を光源に用いた精密分光システム

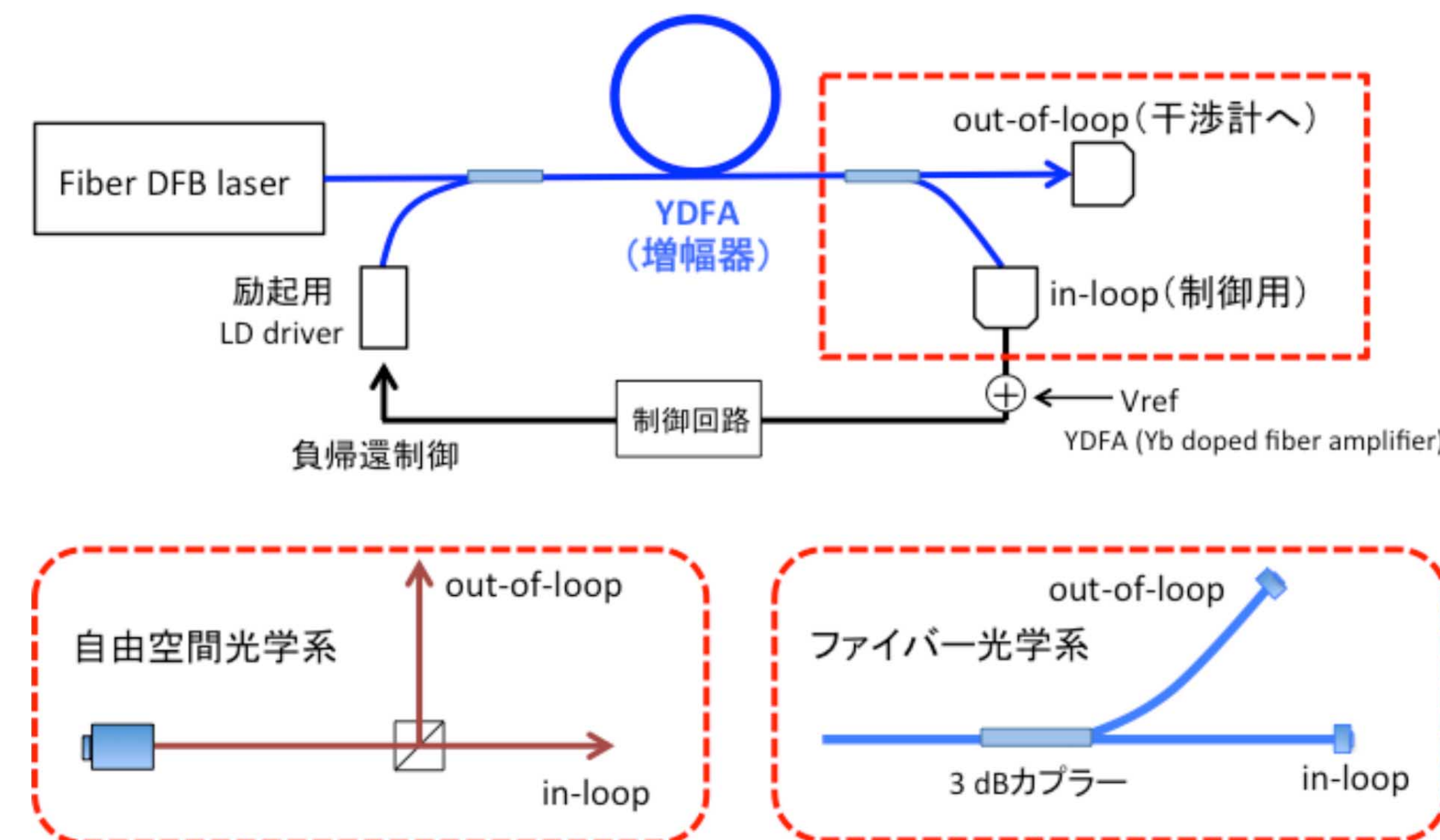


精密分光装置を用いた圧力拡がりの評価



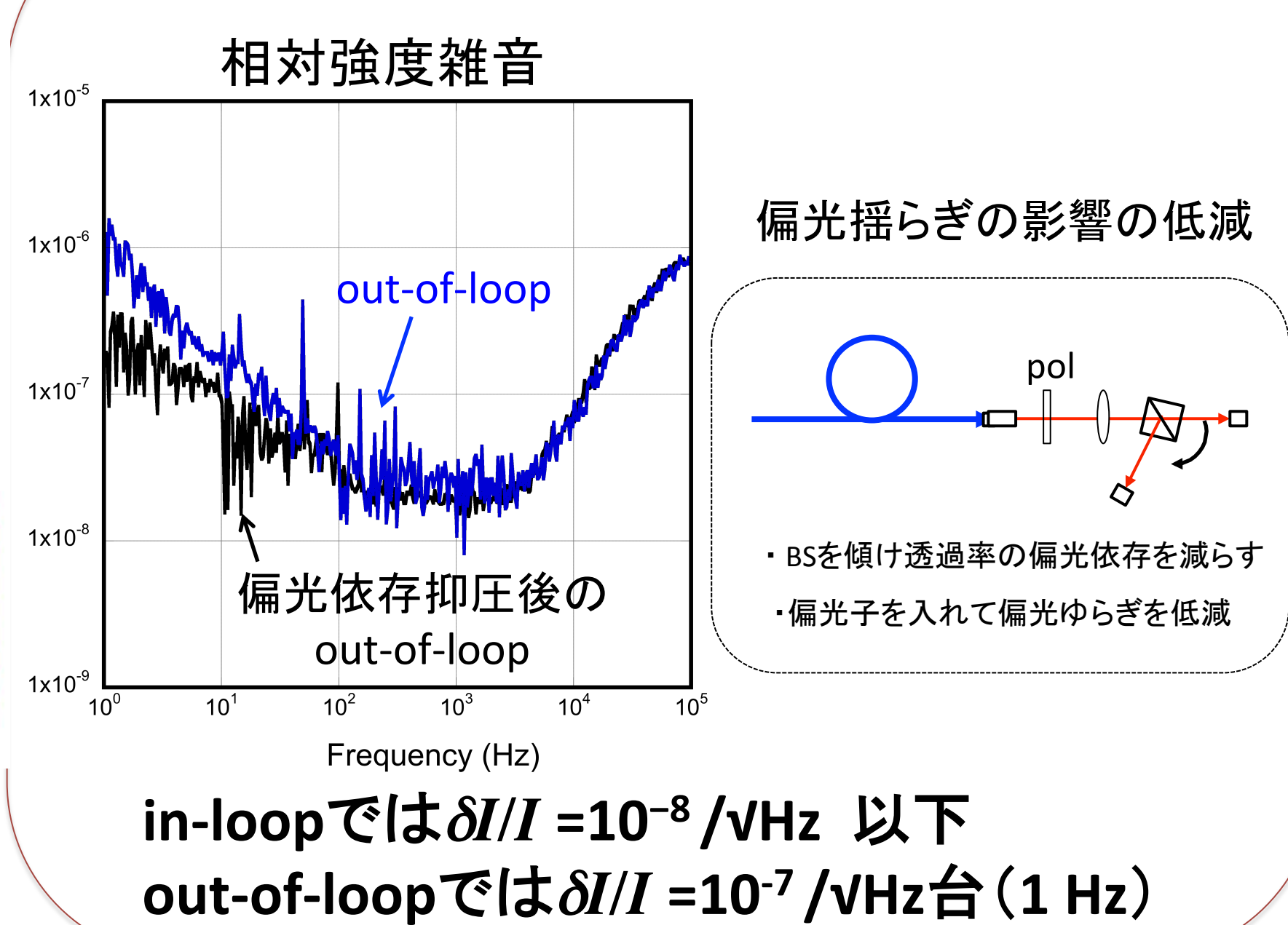
今後は飽和吸収信号のSN比を向上させ、周波数安定度向上を目指す

## 強度安定化実験

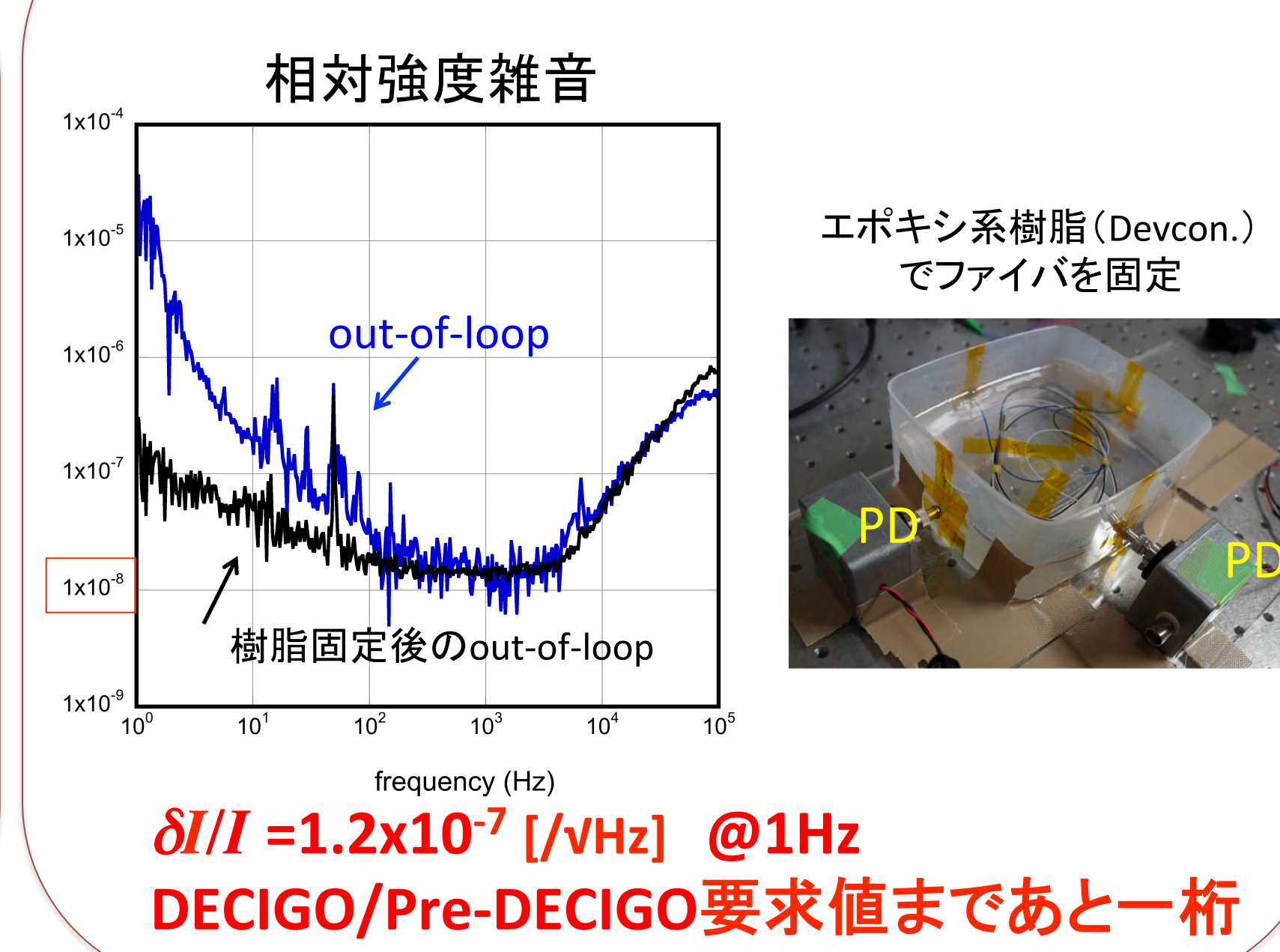


強度雑音は増幅器が支配  $\rightarrow$  fiber増幅器(YDFA)の制御による強度安定化

## 実験結果(自由空間光学系)



## 実験結果(ファイバー光学系)



## まとめ

## DECIGO/Pre-DECIGOのための安定化レーザーを開発中

- 周波数安定度: 0.4 Hz/√Hz (誤差信号評価)
- 強度安定度:  $1.2 \times 10^{-7}$  /√Hz (ファイバー光学系)

## 今後の展望

- 2台のBBMを用いた周波数安定度の絶対評価
- Pre-DECIGOに向けて高出力化