

# DECIGO/DPF用の周波数安定化光源の開発(5)

堀内慎也\*,北村俊幸,武者満,中川賢一,植田憲一

電気通信大学 レーザー新世代研究センター

# 目的

IIS.UEC/Tokyo

## 宇宙重力波アンテナDECIGO計画 DECIGO Pathfinder (DPF)のための光源の開発

	DECIGO	DPF
出力	10 W	0.025W
波長	532 nm (or 515 nm)	1030 nm
強度安定度	$\delta I / I \leq 10^{-8} / \sqrt{\text{Hz}}$	$\delta I / I \leq 10^{-8} / \sqrt{\text{Hz}}$
周波数安定度	$\delta f \leq 0.5 \text{ Hz} / \sqrt{\text{Hz}} @ 1 \text{ Hz}$ @532 nm	$\delta f \leq 1 \text{ Hz} / \sqrt{\text{Hz}} @ 1 \text{ Hz}$ @1030 nm

出力以外は両計画とも  
強度・周波数安定度の点で同等の性能が必要

# これまでの報告

IIS.UEC/Tokyo

## DECIGO/DPF用の光源開発

- 光源Yb:NPRO(波長1030nm)をヨウ素の飽和吸収線に安定化
  - ・WG-PPLNでSHG(波長515nm)を得てヨウ素吸収線を光周波数基準として使用した
  - ・modulation transferを行い、飽和吸収線の微分信号を得た
- 誤差信号 周波数弁別曲線のS/Nによって周波数安定度  $2[\text{Hz}/\sqrt{\text{Hz}}]@1\text{Hz}$ を達成
- 光源の励起LD電流帰還による強度安定化  $1 \times 10^{-8} [1/\sqrt{\text{Hz}}]@1\text{Hz}$ を達成 (in loop 評価)

定盤モデルにて測定

本報告では

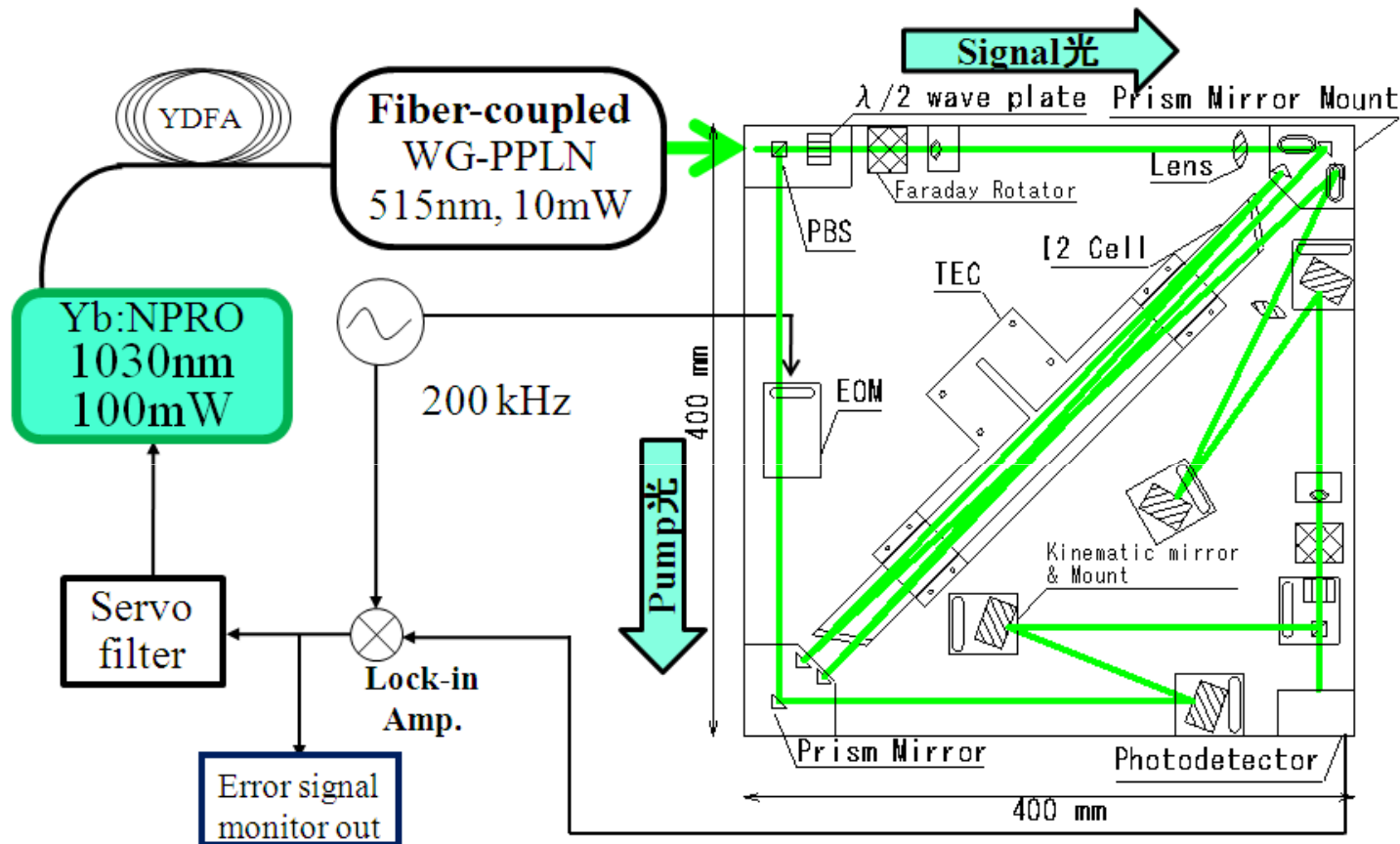
- ブレッドボードモデル(以下BBM)による周波数安定化
- 周波数安定化オートロックシステム
- BBMのファイバー化
- 光源の置換

BBMにて測定

について発表する

# 周波数安定化の実験系

IIS.UEC/Tokyo



## 光周波数安定化 概略図

光学系のセットアップについて

- ・ヨウ素セルについて セル長 40cm 光透過パス数 4パス
- ・YDFAにより基本光の増幅 ⇒ 波長515nmで50mWの出力

# BBM 改良点

IIS.UEC/Tokyo

## BBMの作製について

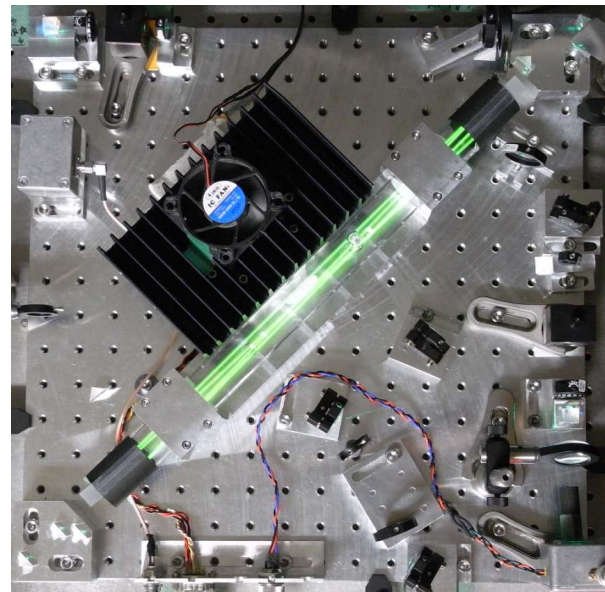
- ・光軸を下げる
- ・ブレッドボードへのオプティクス直接固定
- ・可動マウントを減らす
- ・ピンホールによる迷光除去
- ・PDなど電気周りの改良
- ・AOMの取り外し

機械的安定性の向上

周波数弁別曲線のS/N向上

DPF上の電力低減化  
ただし安定度については・・・？

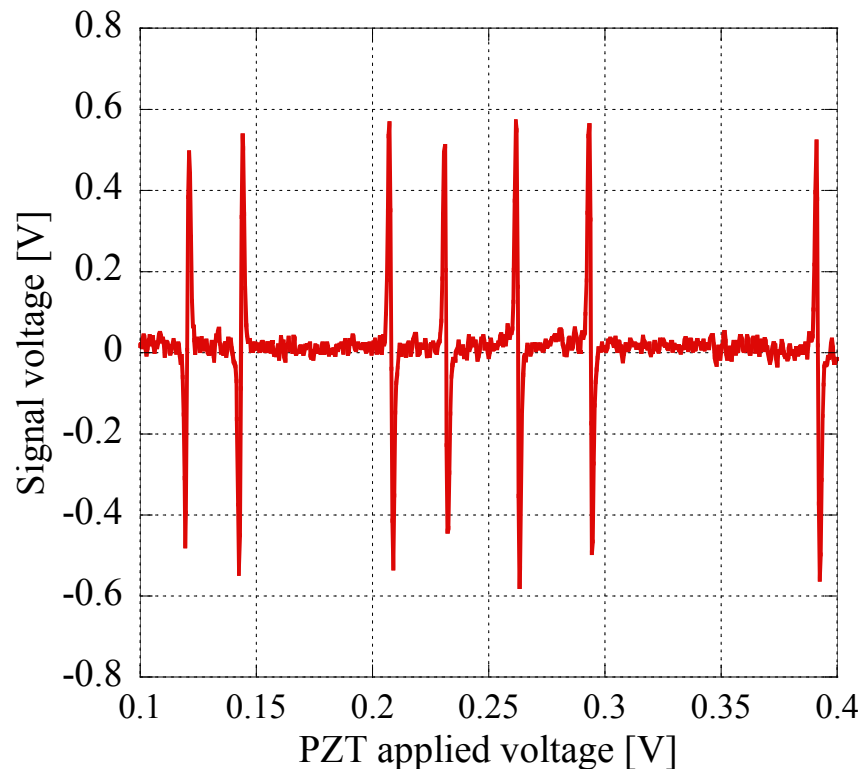
BBM 写真図



# 周波数安定化 誤差信号評価 BBM

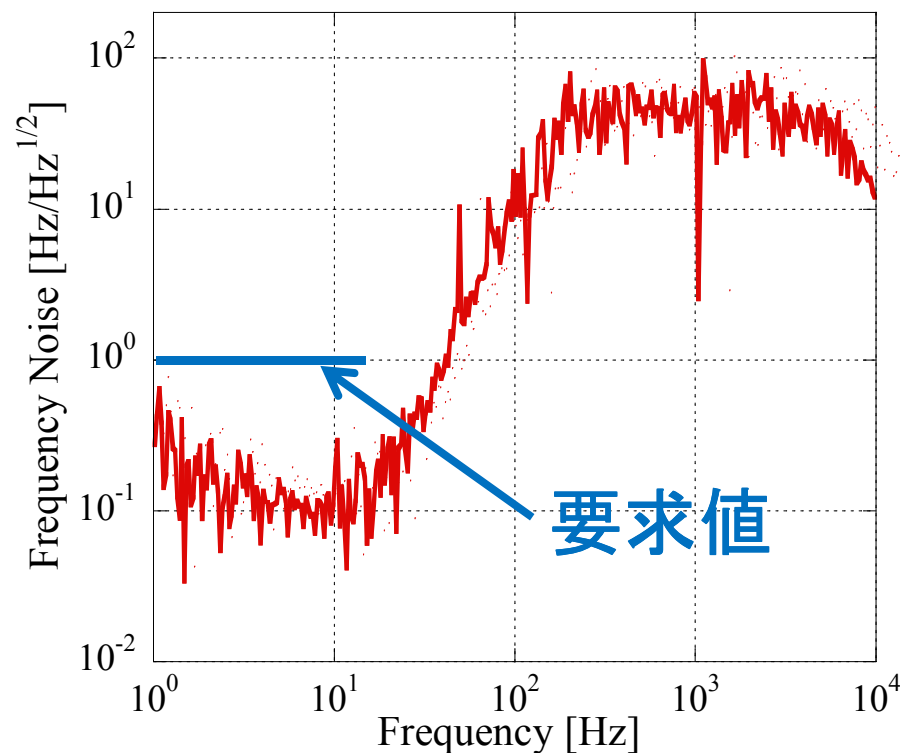
IIS.UEC/Tokyo

## 弁別曲線



定盤モデルと等しいS/N

## 周波数雑音スペクトル

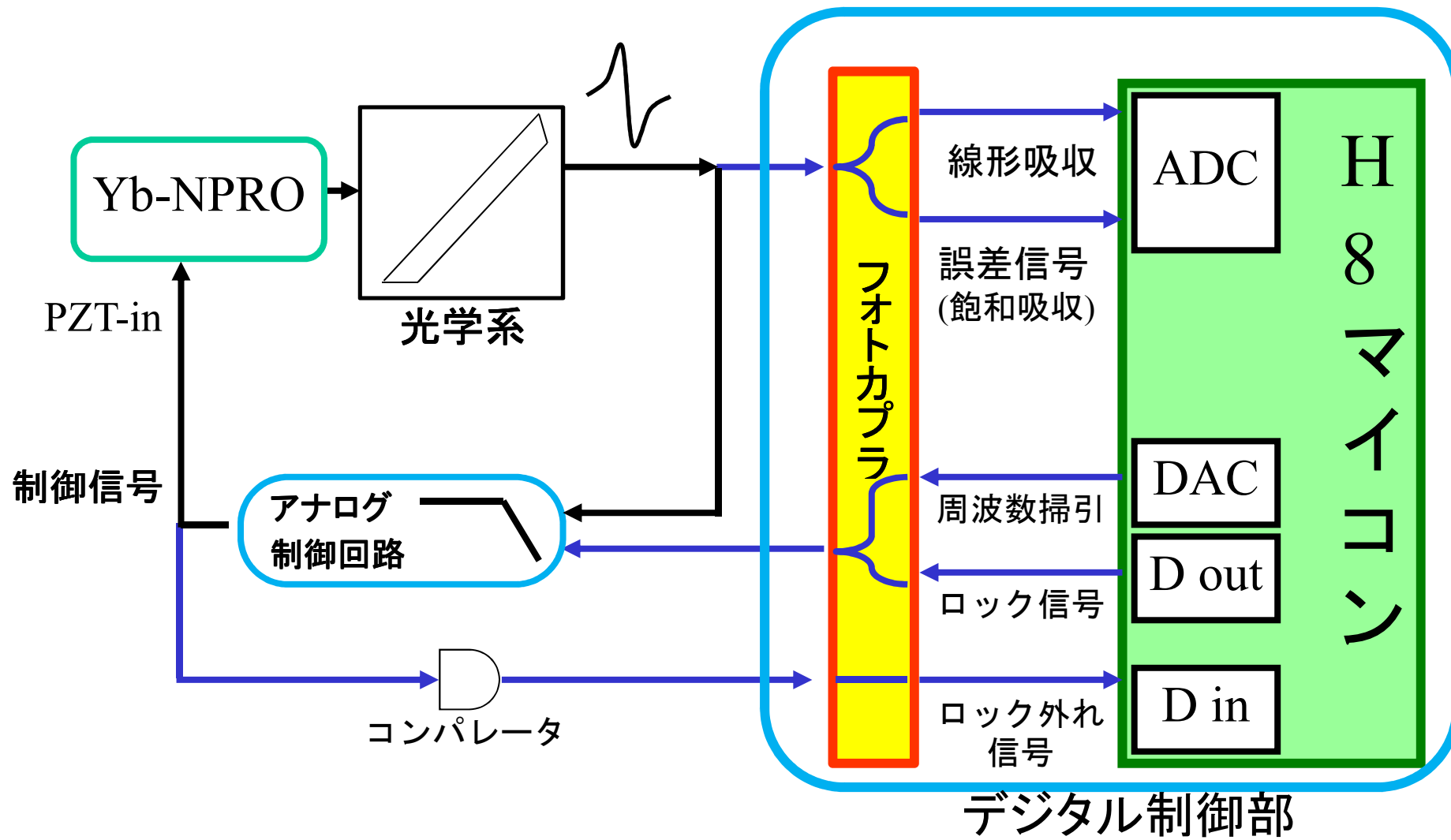


誤差信号評価では要求値達成

BBMにおいても要求値を達成  
完全に定盤モデルからBBMに移行できた

# 周波数オートロックシステム

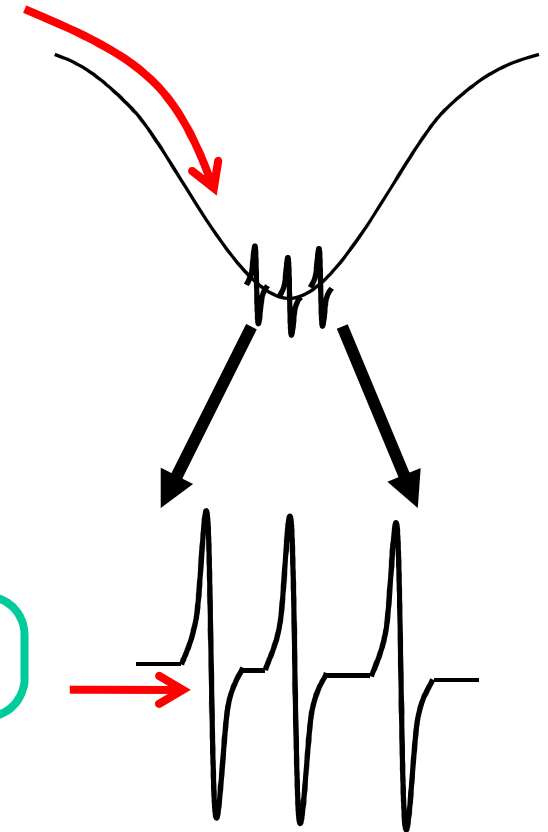
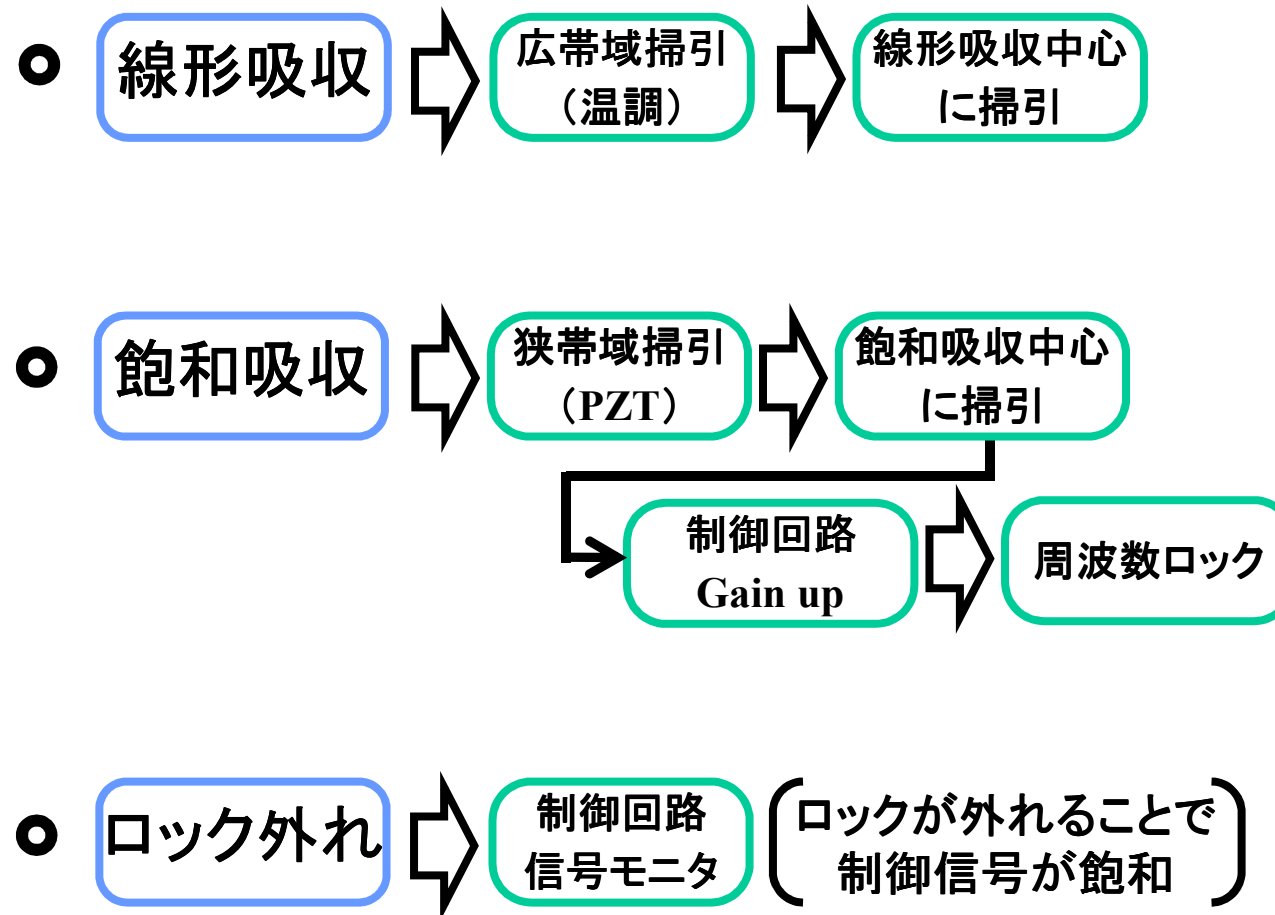
IIS.UEC/Tokyo



周波数オートロックシステム 概略図

# マイコン制御 プロセス

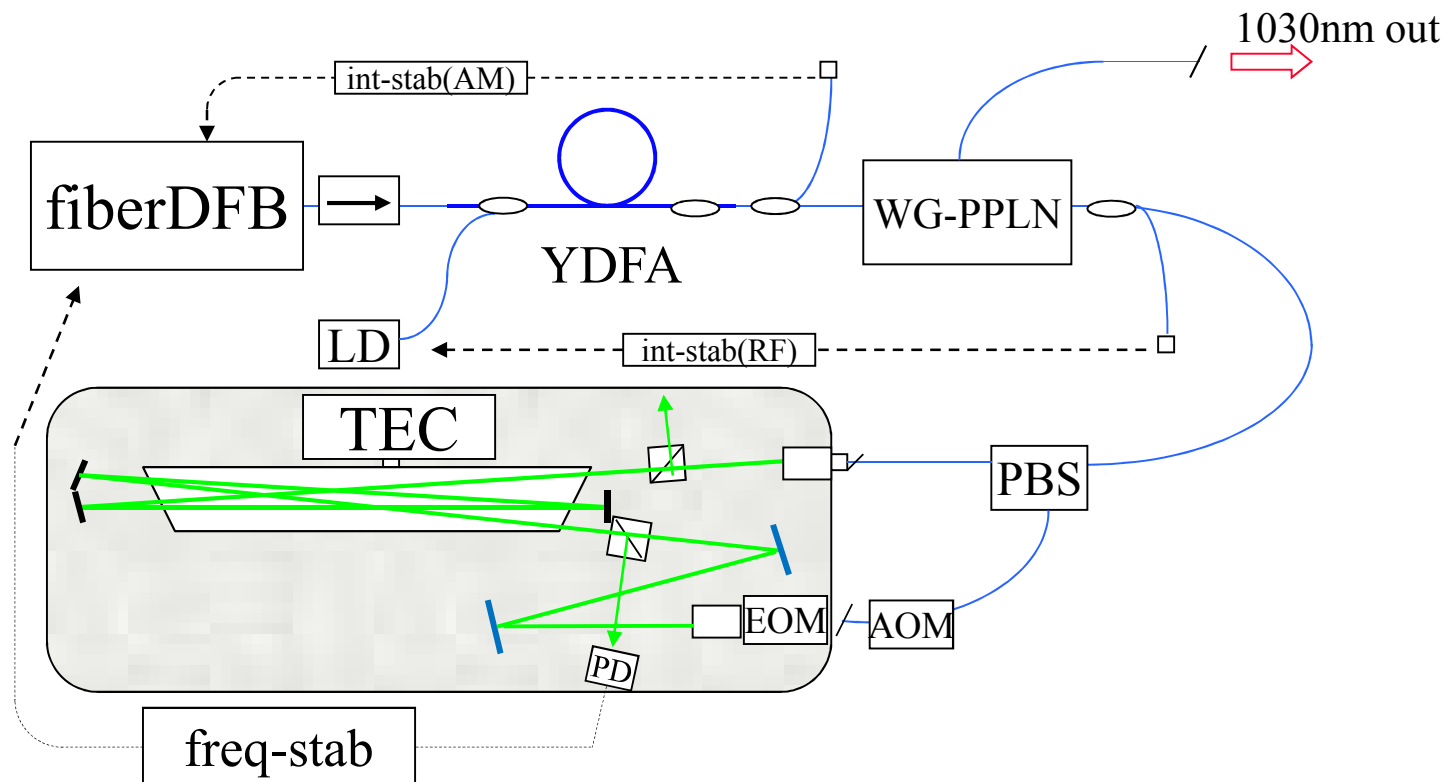
IIS.UEC/Tokyo





# BBM ファイバー化

IIS.UEC/Tokyo



ヨウ素セルの入射,折り返し以外 全ファイバー化

- ・更なる機械的安定性の向上
- ・小型化,可搬化し、NICTにおいて外部評価が可能

# 光源について

IIS.UEC/Tokyo

現在使用してる光源 Yb:NPRO  
⇒モードホップ、安定動作点のドリフト

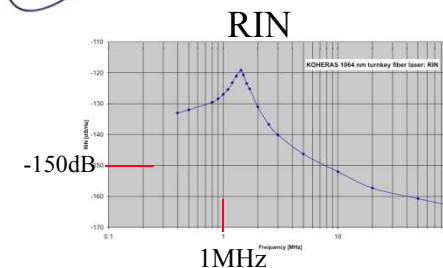
周波数安定化系のファイバー化に伴い  
Fiber DFB レーザーへ光源を移行 ⇒ 準備中

中心波長1030.05nm

出力10mW

線幅<70kHz

温度&PZTによる波長制御



この他

リング型ファイバーレーザー (NASA 沼田氏) の使用も検討中

# 強度安定化について

IIS.UEC/Tokyo

前回までは

弁別曲線S/N向上を目的に  
変調帯域(200kHz)においてCMNRによる強度安定化を行った  
弁別信号のS/Nの向上はできた  
⇒ただし条件が厳しく安定動作しない

現在進めている強度安定化

- YDFA 励起LDのカレントシャント法による強度安定化  
(東大 森脇法)

# まとめ

- まとめ                      DECIGO/DPF用の光源開発として
- ブレッドボードモデルによる周波数安定化を行った  
誤差信号評価により  
 $1[\text{Hz}/\sqrt{\text{Hz}}]@1\text{Hz}$ を達成
  - マイコンを用い周波数オートロックシステムを開発した

## 今後の予定

- オートロックの完成
- 変調帯域での強度安定化→弁別曲線SN向上  
→周波数安定度の更なる向上
- BBMのファイバーによる構築  
NPROとfiber DFBレーザーの2つの光源を使うことで  
絶対周波数安定度の比較が可能
- NICT 周波数安定度のモードロック光コムによる評価