

# 希土類ドープ光ファイバを用いた高機能レーザー光源

高橋 佳幸

群馬大学 理工学研究院 電子情報部門 准教授

## 概要

1. 研究背景
2. 高速波長可変レーザー
3. 直交二周波レーザー
4. まとめ

## 研究背景

### 光計測用光源

波長可変レーザー光源

光ヘテロダイン計測用光源

- ・ 比較的大型
- ・ 波長選択性小



### 希土類ドープ光ファイバを用いた高機能レーザー

- ・ 比較的小型
- ・ 波長選択の自由度が高い
- ・ 設置自由度が高い

## 希土類ドープ光ファイバレーザ

### 高速波長可変レーザ

### 直交二周波レーザ

- ・ 多波長計測、波長掃引形計測  
分光吸収計測、環境分析、OCT、レーザ誘起蛍光法など
- ・ 光ヘテロダイン計測
- ・ その他新しい計測手法

## 高速波長可変レーザ

### Er<sup>3+</sup> ドープファイバレーザ

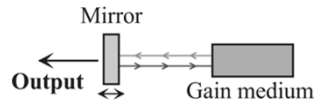
- ・ 吸収線 (H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>OH, etc)
- ・ 普及した部品が利用可能

### Tm<sup>3+</sup>- Ho<sup>3+</sup> ドープファイバレーザ

- ・ 吸収線 (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, etc)
- ・ アイセーフ領域

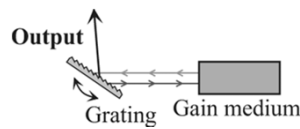
## 波長可変機構

➤ Fabry-Perot 型



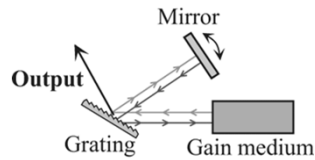
出射側ミラーの位置  
や反射率を制御

➤ Littrow 型



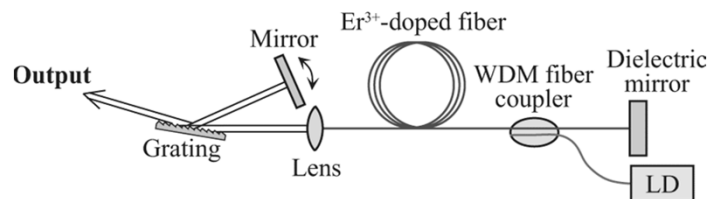
回折格子の角度を制御

➤ Littman/Metcalf 型



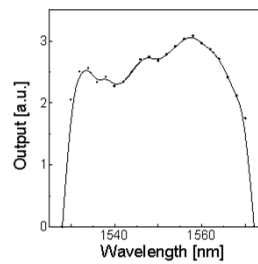
回折格子に帰還する  
ミラーの角度を制御

## Er<sup>3+</sup>ドープファイバレーザ

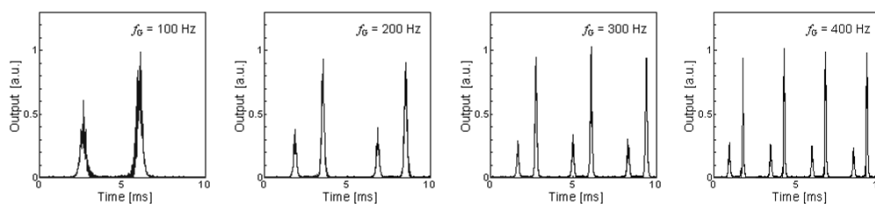
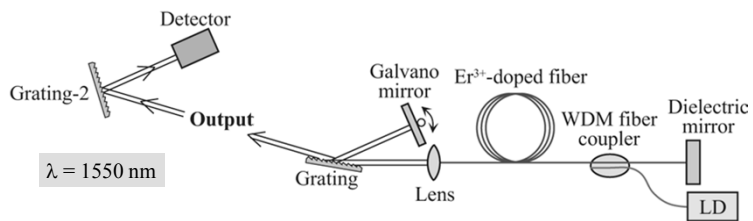


Er <sup>3+</sup> ドープファイバ	
コア組成	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -GeO <sub>2</sub> -SiO <sub>2</sub>
Er <sup>3+</sup> 濃度	500 ppm/wt
クラッド径	250 μm
モード径	5.56 μm
長さ	15 m

波長可変特性

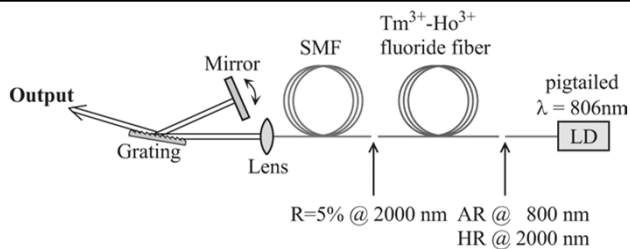


## 高速波長可変



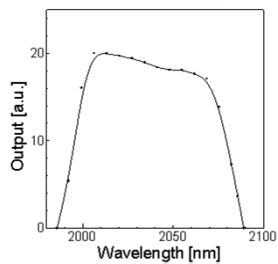
400 Hzまでの走査を確認

## Tm<sup>3+</sup>-Ho<sup>3+</sup>ドープファイバレーザ

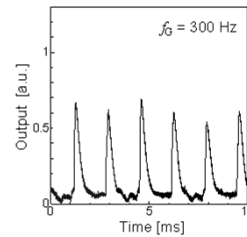
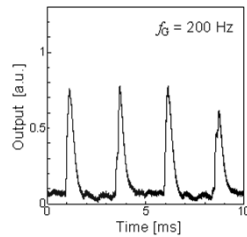
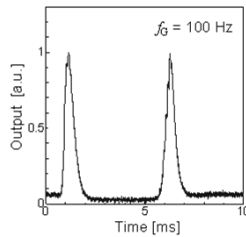
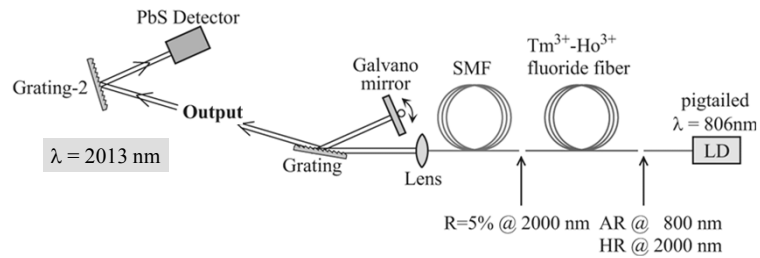


Tm <sup>3+</sup> -Ho <sup>3+</sup> ドープファイバ	
構成	ダブルクラッド (120/250 μm)
Tm <sup>3+</sup> 濃度	40000 ppm/mol
Ho <sup>3+</sup> 濃度	500 ppm/mol
コア径	6.5 μm
長さ	6 m

波長可変特性



## 高速波長可変



300 Hzまでの走査を確認

## 高速波長可変レーザー - まとめ

### 波長可変レーザー

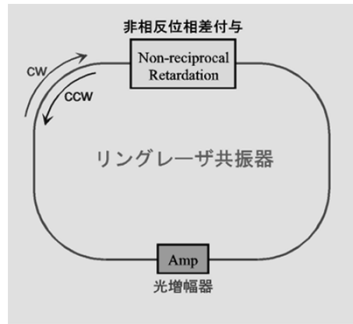
- ・ Er<sup>3+</sup> ドープファイバレーザー  
: 1530-1570 nm
- ・ Tm<sup>3+</sup>- Ho<sup>3+</sup> ドープファイバレーザー  
: 2000-2080 nm

### 高速掃引操作

- ・ 400 Hzまでの掃引を確認

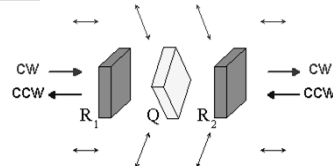
# 直交二周波レーザ

## 動作原理

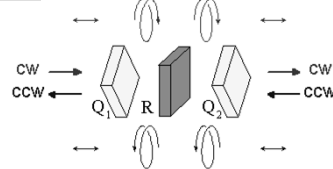


## 非相反位相差付与

### RQR 型

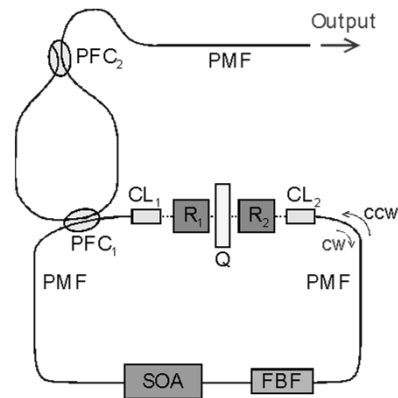
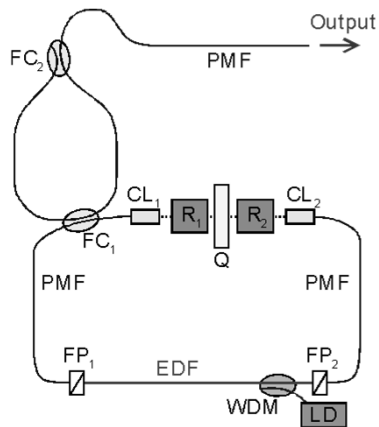


### QRQ 型

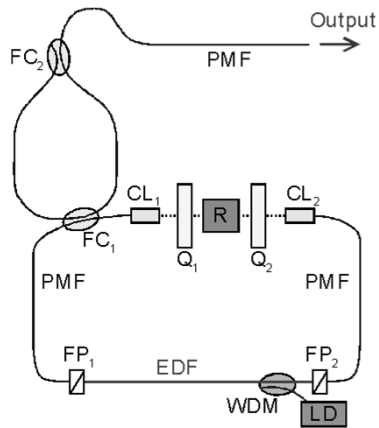


# RQR型共振器構成

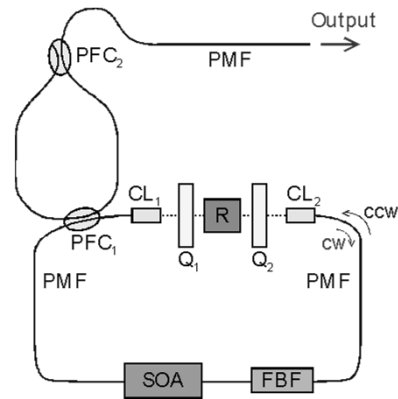
## SOA代替構成



## QRQ型共振器構成

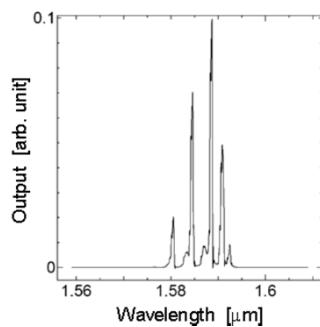


## SOA代替構成

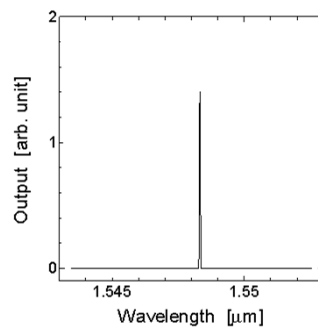


## スペクトルの狭窄化

FBFなし

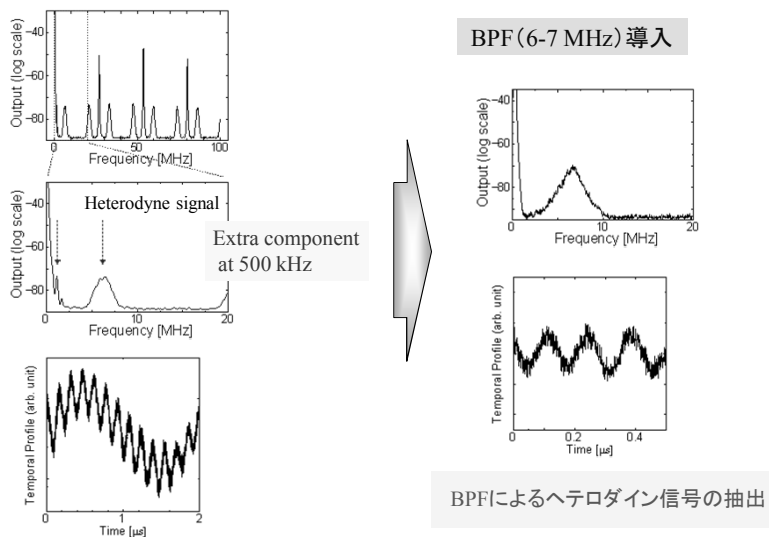


FBFあり ( $\Delta\lambda < 0.3 \text{ nm at } 1.55 \text{ nm}$ )



- ・ FBFによる狭窄化
- ・ 発振波長の最適化

## BPFによるヘテロダイン信号の抽出



## 直交二周波レーザ — まとめ

### 非相反位相差付与方式

- ・ RQR型
- ・ QRQ型

### 提案のSOA代替による検証

- ・ 直交出力の確認
- ・ FBFによるスペクトル狭窄化
- ・ BPFにヘテロダイン信号の抽出



## 実用化に向けて

### 希土類ドープ光ファイバを用いた高機能レーザー

- ・ 高速波長可変レーザー
- ・ 直交二周波レーザー

- ・ 発振スペクトルの狭帯域化、シングルモード化
- ・ 用途に応じた波長を得るための利得媒質の選択
- ・ 小型、あるいはフレキシブルな構成とするための光学系の改良
- ・ 分光吸収計測、環境分析、OCT、レーザー誘起蛍光法などへの応用
- ・ シーズとして新しい計測手法の開発

## お問い合わせ先

国立大学法人群馬大学  
研究・産学連携戦略推進機構  
産学官連携コーディネーター 合谷 純一

TEL:0277-30-1669 FAX:0277-30-1192  
E-mail goya@gunma-u.ac.jp