

産総研・物性研における Ybファイバーレーザーシステムの開発

伊藤 功¹、笠原 亮²、吉富 大³
1東大物性研、2茨城大、3産総研

進捗状況

●前回(10/18)

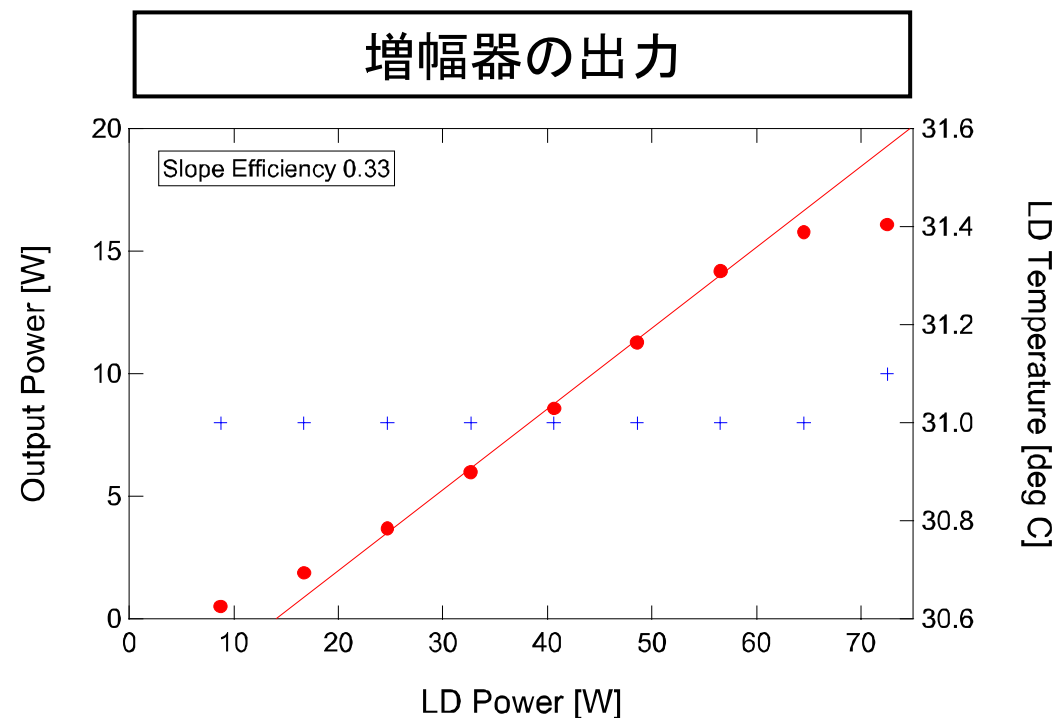
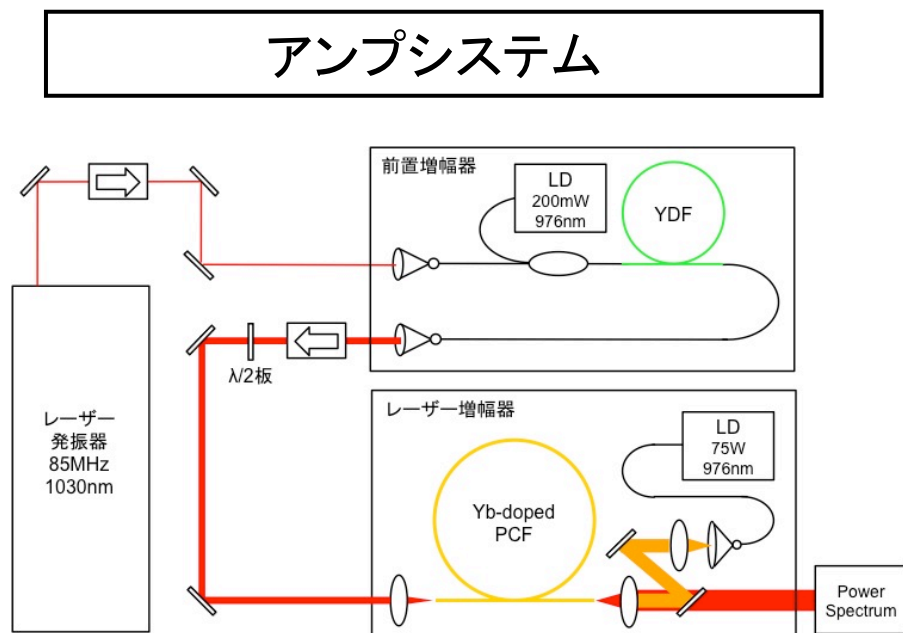
前置増幅器で45mWまで増幅した85MHzシード光を主増幅器に入力し、15Wまで増幅することができた。15W以上増幅すると励起用のLDの温調が効かなくなり、ポンプ光の中心波長が976nmからズレ、出力が飽和した。

●今回(10/18～11/26)

- 温調器を改良し、LDの温度より低温まで保てるようにして、ポンプ光のパワーが大きい場合でも中心波長が976nmに維持できるようにした。
- 75Wのポンプ光で45mWのシード光を22Wまで増幅できたが、PCFの一部(ポンプ光入力側の先端から10cmの位置)が溶けた。
- 予備のPCFがあるが、現状のままではまた同じようにPCFをポンプ光の熱で溶かしてしまうので、溶けた部分を切り落としたPCFを使って、レーザー増幅器の復旧とポンプ光の発熱対策を行った。

前回までの結果(~10/18)

45mWの85MHzシード光をレーザー増幅器で増幅した。



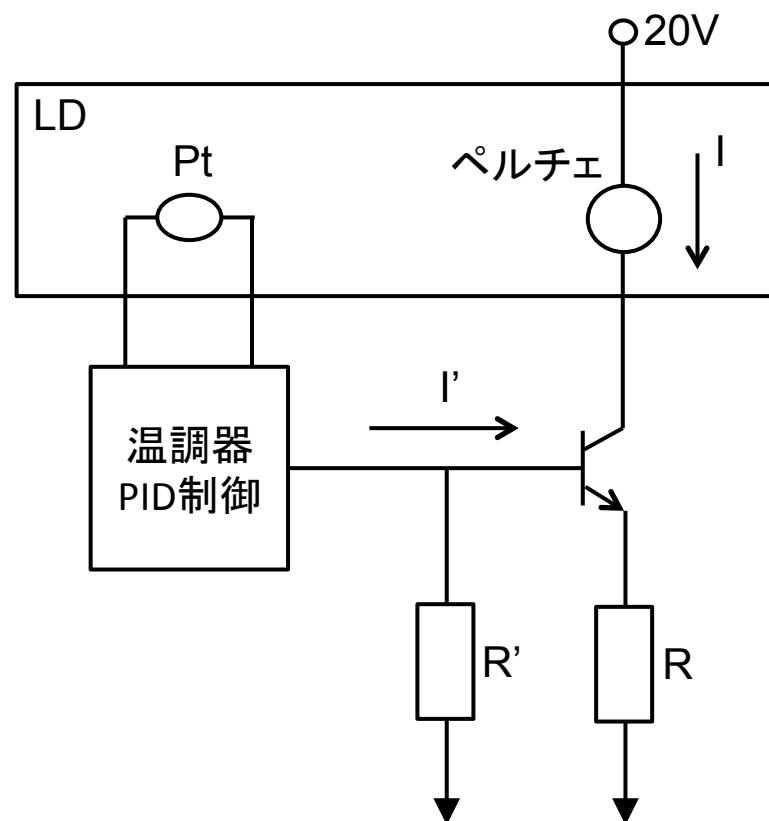
15Wまで増幅することができた。15W以上増幅すると励起用のLDの温調が効かなくなり設定温度31°Cから大幅にズレ、出力が飽和した。

温調回路

外観



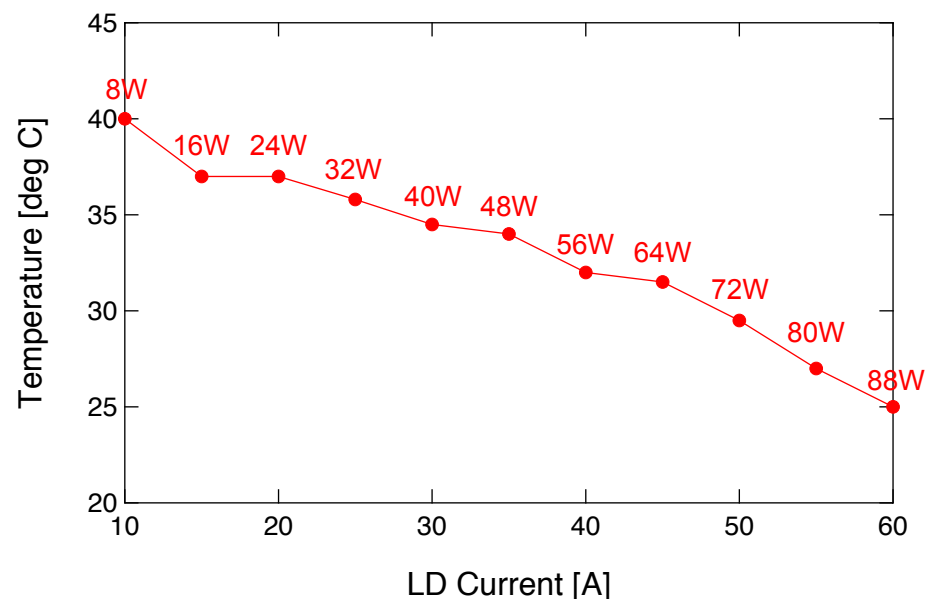
回路



LD温度の最適化

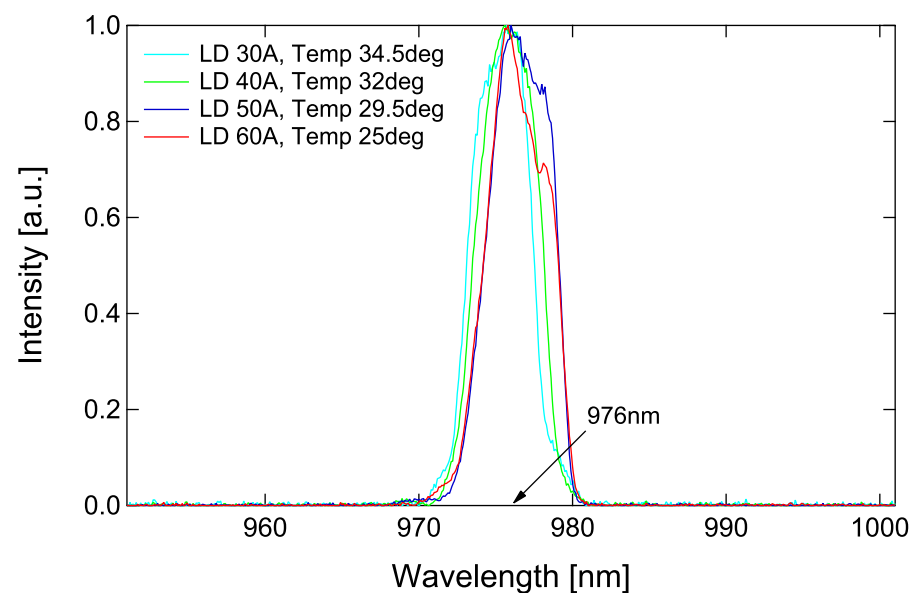
励起電流によってLDが発熱し、中心波長がずれる。LDの中心波長がPCFの吸収する976nmになるように温調回路でLDの温度を制御した。

中心波長976nmの時のLD温度



以前はLDの励起電流が40A(56W)以上で温調回路のPID制御が効かなくなっていた。

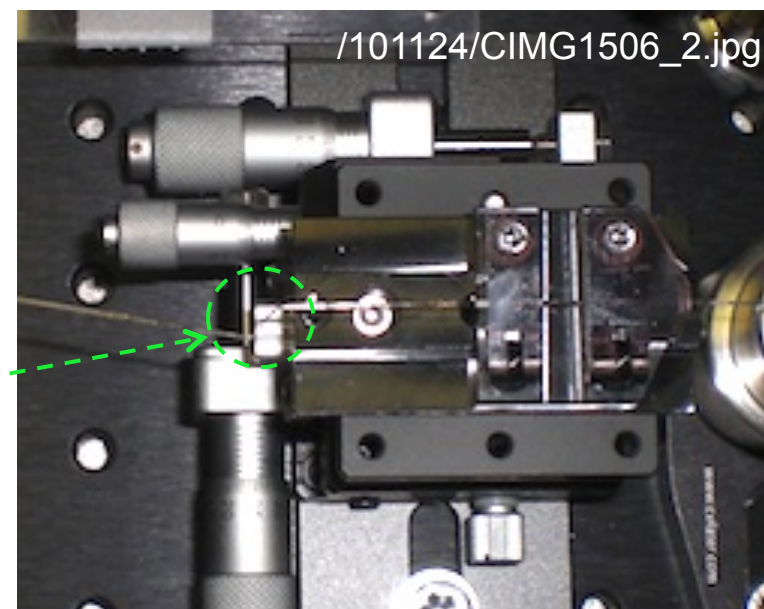
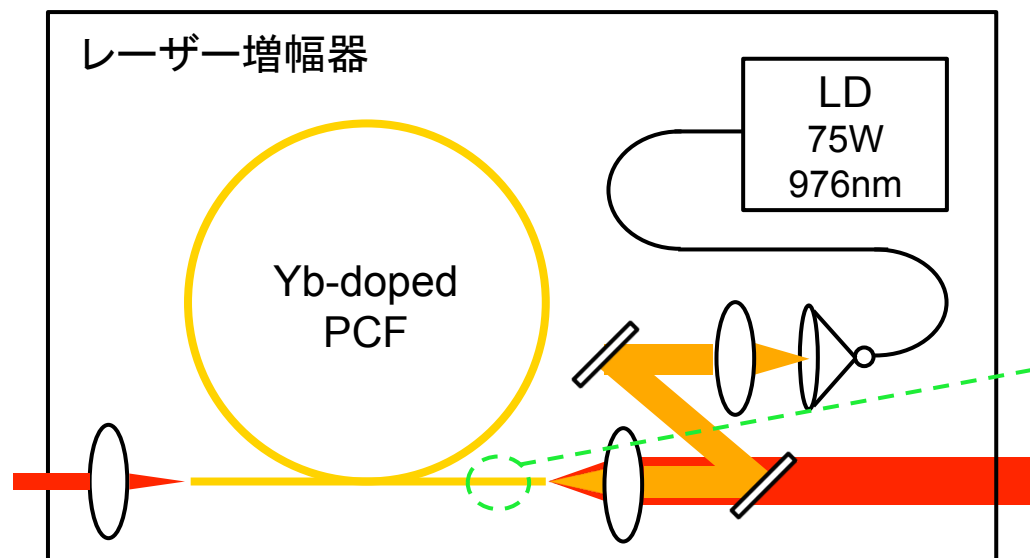
LDのスペクトル



スペクトル中心波長はほぼ976nm。

PCFが溶けた

75Wのポンプ光で85MHzシード光を22Wまで増幅できたが、、、

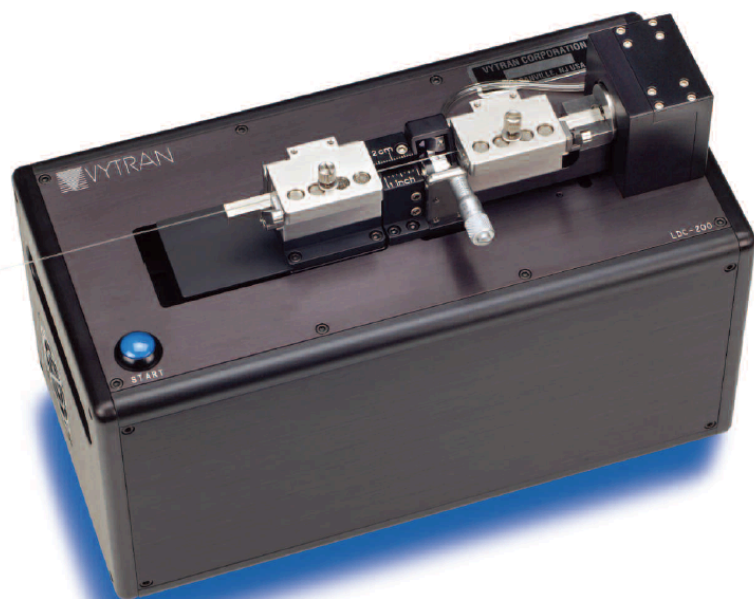


ポンプ光入力側の先端から10cmの位置でPCFが溶けた。

PCFの切り落とし

大口径ファイバー用のクリーバーで溶けた部分を切り落とした。

Vytran LDC-200

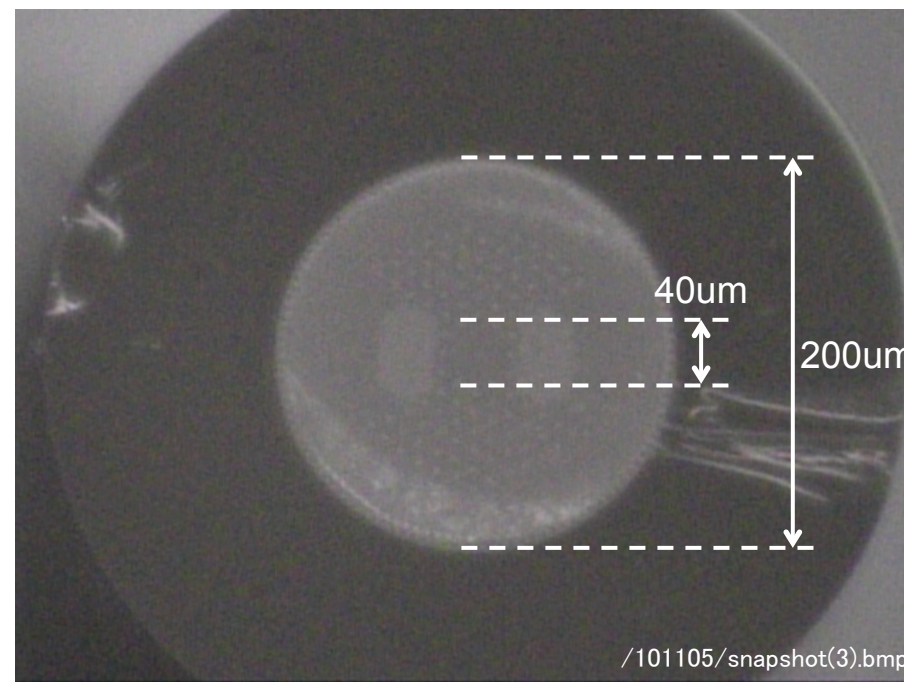


Precision Cleaver for
Large Diameter Optical Fibers

Compatible With GPX 3000 Series



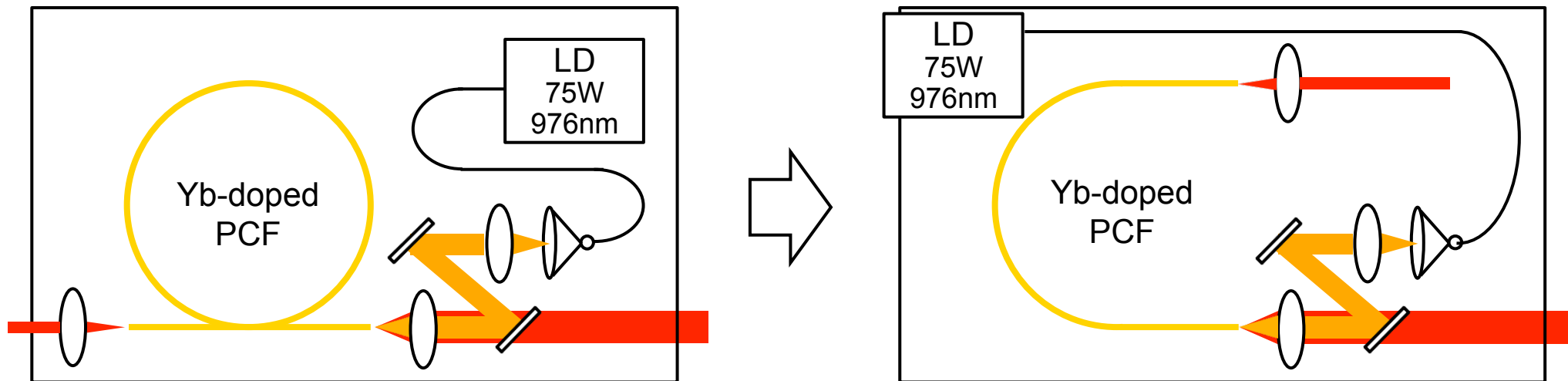
PCF断面



/101105/snapshot(3).bmp

長さ120cm=>80cm
(被覆を剥くのに手こずった)

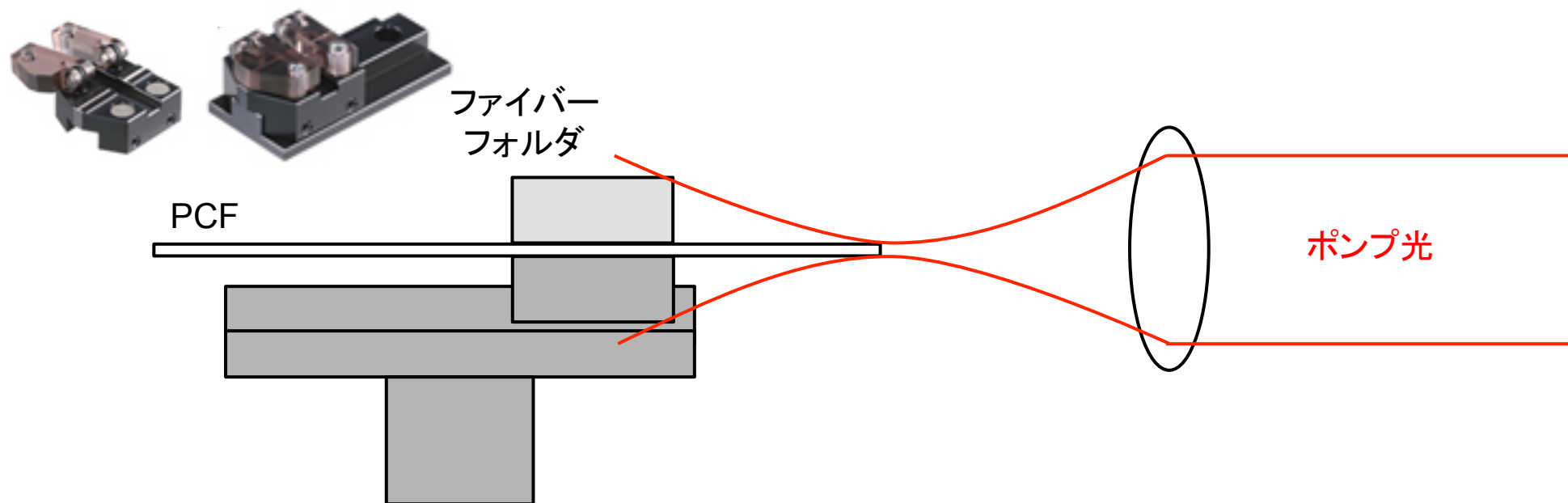
光学系の変更



PCFが短くなりすぎたため、円型からU字型に変更して曲率を下げ、ポンプ光がクラッドから漏れないようにした。

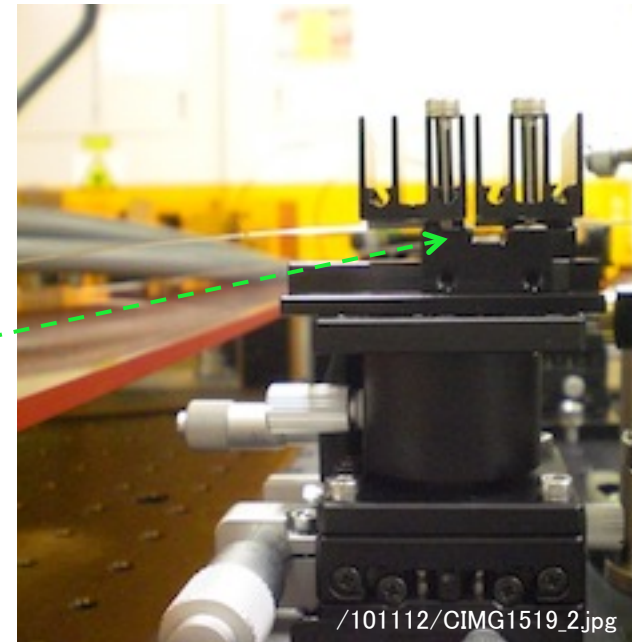
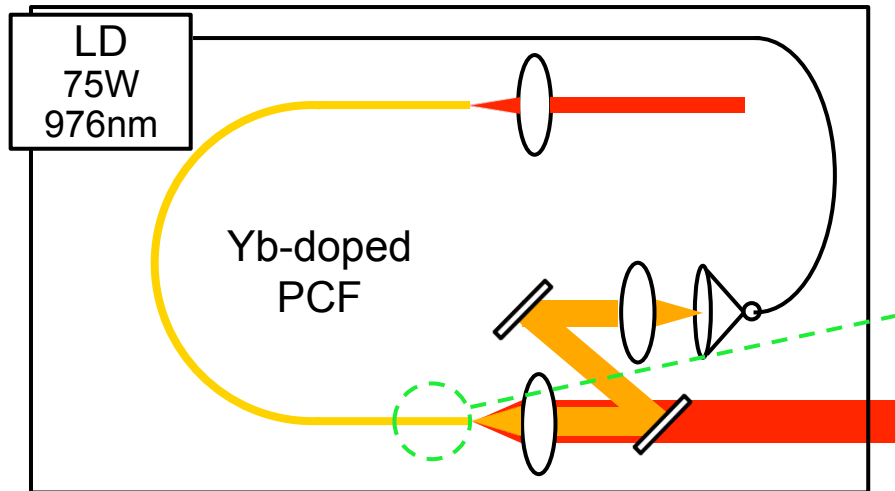
PCFが溶けた原因

PCFに入らなかったポンプ光がファイバーフォルダにあたるので、ポンプ光でファイバーフォルダが焼けないようにPCFの先端の突き出しを長くしていた(2cmくらい)。



ポンプ光のパワーが大きくなるとPCFに入らなかったポンプ光の熱でファイバーフォルダの形が変化し、PCF先端の位置がズレ、カップリングが悪くなり、ポンプ光が第二クラッドに侵入し、被覆を焼いた。

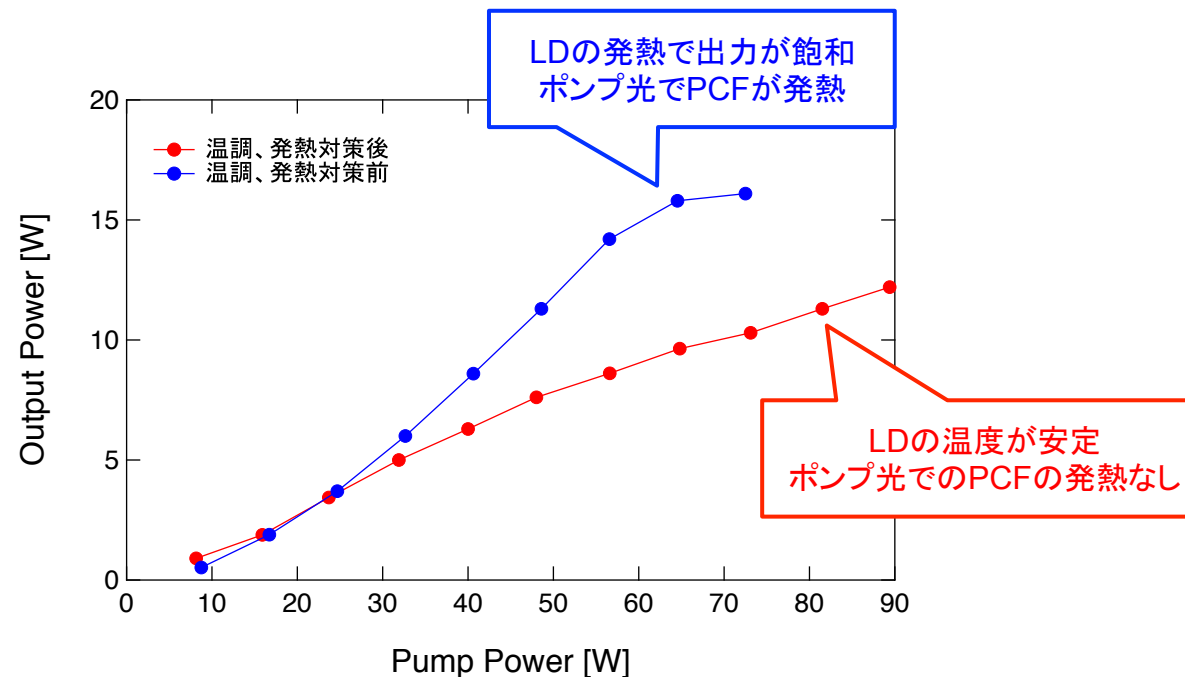
ファイバーフォルダの改造



- ポンプ光とPCFのカップリングを安定させるため、ポンプ光入力側のPCF先端の突き出し部分を短くした。
- PCF先端の突き出し部分を短くした分、ファイバーフォルダが非球面レンズに近く、PCFに入らなかったポンプ光が当たるので、ヒートシンクと冷却ファンで放熱するようにした。

ハイパワーテスト

45mWの85MHzシード光をレーザー増幅器で増幅した。



- PCFを切断して短くしたことで、出力パワーが減った。
- 温調・発熱対策を行うことで、励起のためのLDパワーを90Wまで上げても、LD温度上昇による出力の飽和やPCFが発熱がなくなった。

まとめ

- 励起電流50AでLDを励起して、75Wのポンプ光をPCFに入力している最中に、PCFが溶けた。予備のPCFがあるが、現状のままではまた同じようにPCFをポンプ光の熱で溶かしてしまうので、溶けた部分を切り落としたPCFを使ってレーザー増幅器の復旧とポンプ光の発熱対策を行った。
- PCFの溶けた部分を切断し(120cm=>80cm)、PCFの置き方を円型からU字型に変更して、レーザー増幅器を復旧させた。出力パワーは75Wのポンプ光で、10Wであった(故障前は15W)。
- 発熱対策として、ポンプ光入力側のファイバー先端の突き出しを置締め、フォルダを金属製に改良し、さらに冷却ファンを設置した。PCFの発熱が大幅に改善され、90Wのポンプ光を入力してもPCF焼けなかった。
- 今後の予定としてはPCFを120cmに交換して、30Wの増幅を目指す。