

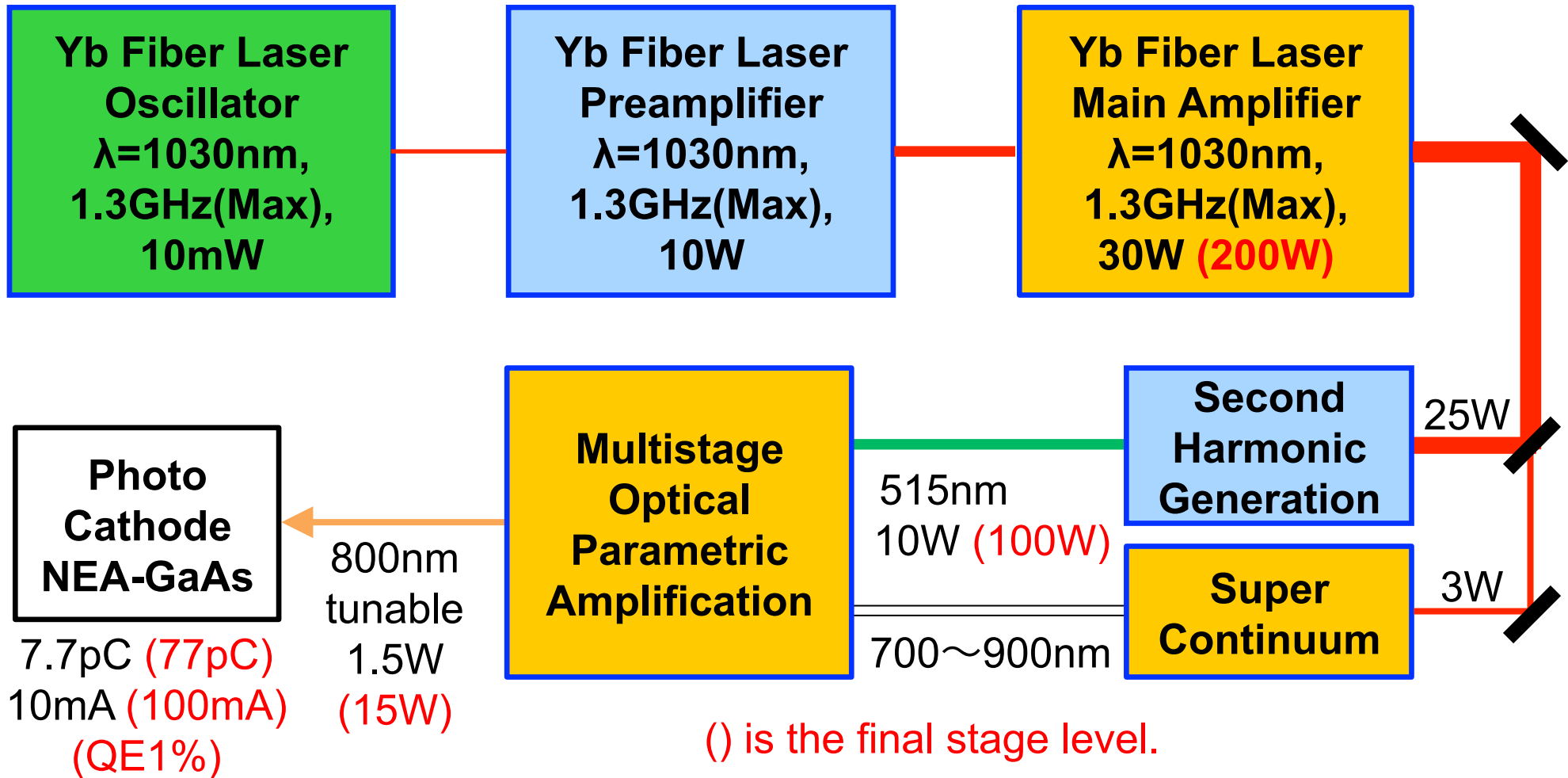
産総研・物性研における Ybファイバーレーザーシステム 開発の進捗状況

2010/09/06

伊藤 功¹, 吉富 大², 笠原 亮³

1東京大学物性研究所, 2産業技術総合研究所,
3茨城大学

レーザーシステムの概要



Developed

Being developed

To be developed

今年度の課題と状況

- 波長変換(今回発表)

OPAに使用する信号光を生成するため、スーパーコンティニューム(Supercontinuum, SC)に取り組んでいる。

- レーザー増幅器アップグレード

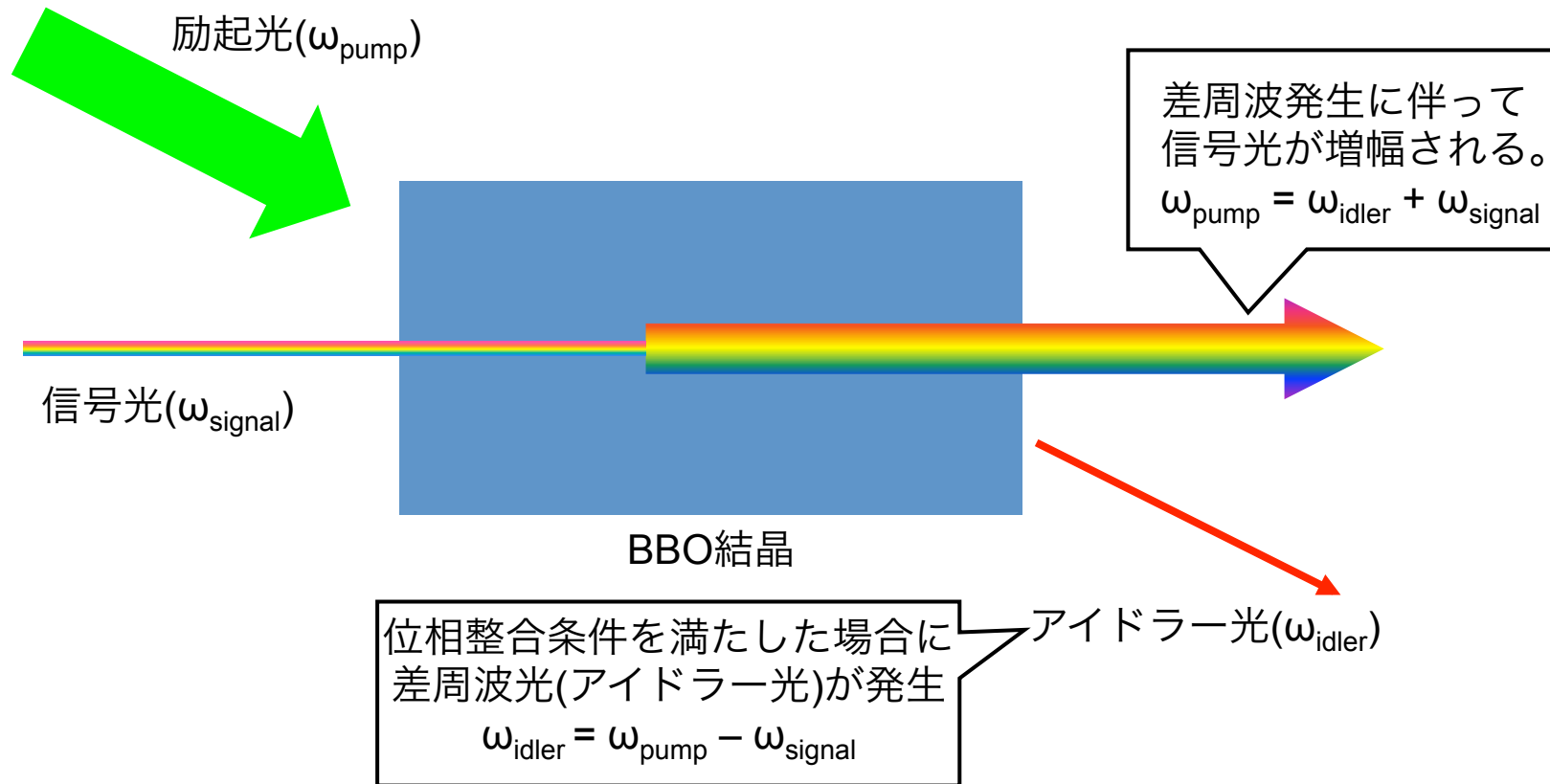
現在のレーザー増幅器の出力を10Wから30Wに上げるため、シード光を10mWから100mWに増幅する前置増幅器を製作している(茨城大M1笠原さん)。

- レーザー発振器

1.3GHzのシード光を生成するため、昨年度の引き続き、電気光学変調器によるレーザー発振器の開発に取り組んでいる。応物学会(9/14-17)で発表予定。

波長変換

光パラメトリック増幅 (OPA: Optical Parametric Amplification)



信号光を広帯域の光とし、位相整合条件を満たす(BBO結晶の角度を調整)ことで、700nmから900nmまでの波長可変な光を得る。

スーパーコンティニューム

- スーパーコンティニューム (SC : Super continuum)光は連続で広帯域なレーザー光であり、超短パルス光を非線形光学材料に入射した際、自己位相変調、相互位相変調、四光波混合、ラマン散乱等の非線形光学効果によって生成される。
- 従来の白熱灯などの白色光源と比較すると、指向性・可干渉性・集束性・エネルギー密度・輝度などレーザーの特徴を有している。
- 1970年：R.R.Alfano*らによってSC光の発生が発見され、それ以降も気体、固体、液体を用いてSC光発生が確認された。
- 現在は、非線形材料として高非線形フォトニック結晶ファイバーが用いられ、1オクターブ以上の広帯域性を有するSC光も生成されている。

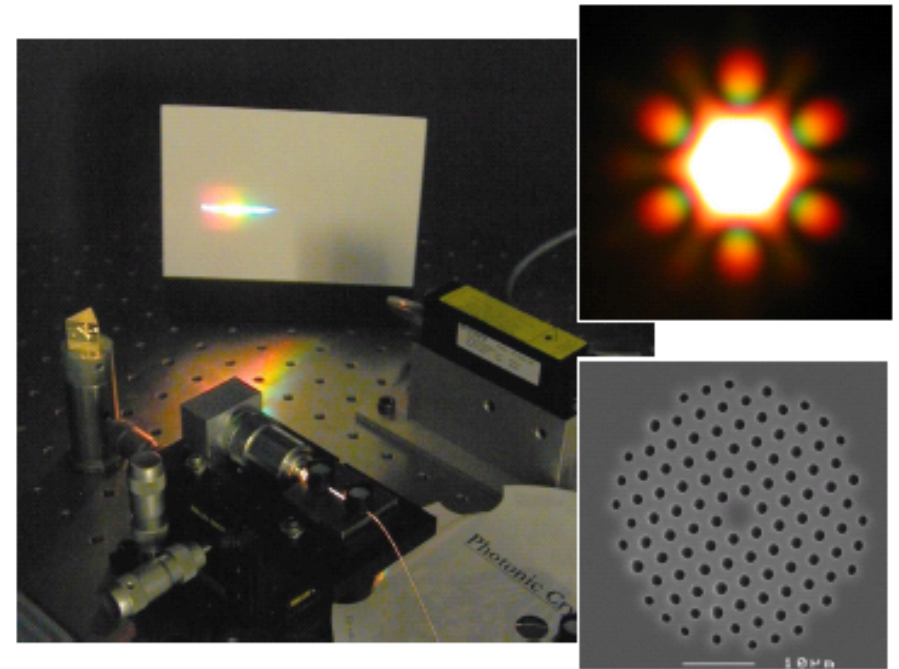


Fig. 1: Supercontinuum radiation viewed with a dispersing prism. Top right: Far field at the output of the photonic crystal fiber. Bottom right: Scanning Electron Micrograph

*R. R. Alfano and S. L. Shapiro , "Emission in the Region 4000 to 7000 Å Via Four-Photon Coupling in Glass", Phys. Rev. Lett. 24, 584–587 (1970)

高非線形フォトニック結晶ファイバー



NL-1050-ZERO-2

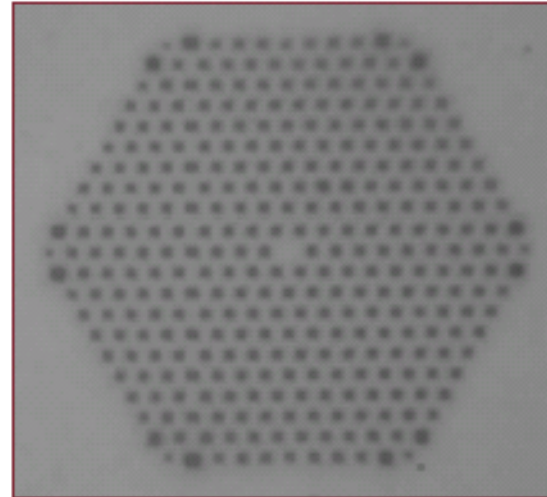
Nonlinear Photonic Crystal Fiber

- Small mode field area
- High nonlinear coefficient
- Flat near zero dispersion

Photonic crystal fibers use a microstructured cladding region with air holes to guide light in a pure silica core, giving rise to novel functionalities.

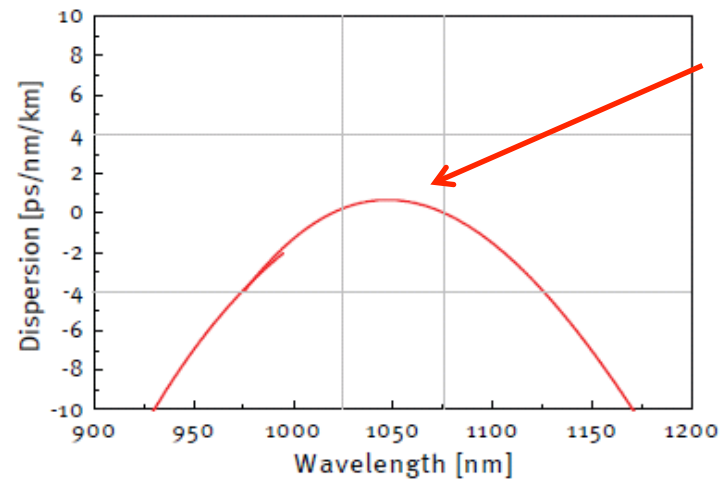
This highly nonlinear photonic crystal fiber benefits from a special core design to obtain a parabolic dispersion curve.

The fiber is available spliced to standard single mode fiber.



Physical Properties	
Material	Pure Silica
Cladding diameter	127±5um
Coating diameter	245±10um
Core diameter	2.3±0.3um

Typical dispersion

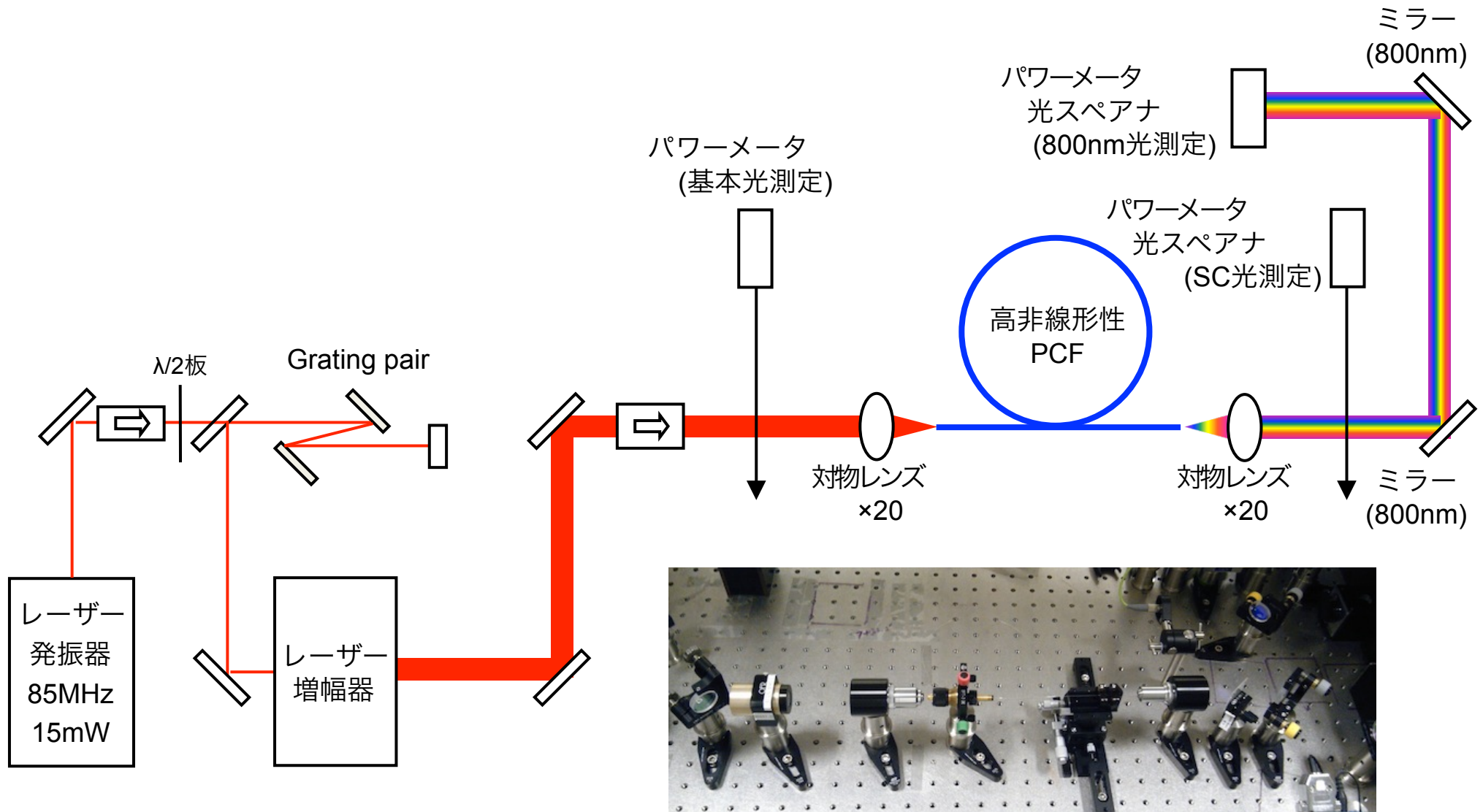


ゼロ分散 & フラット
@1025nm~1075nm



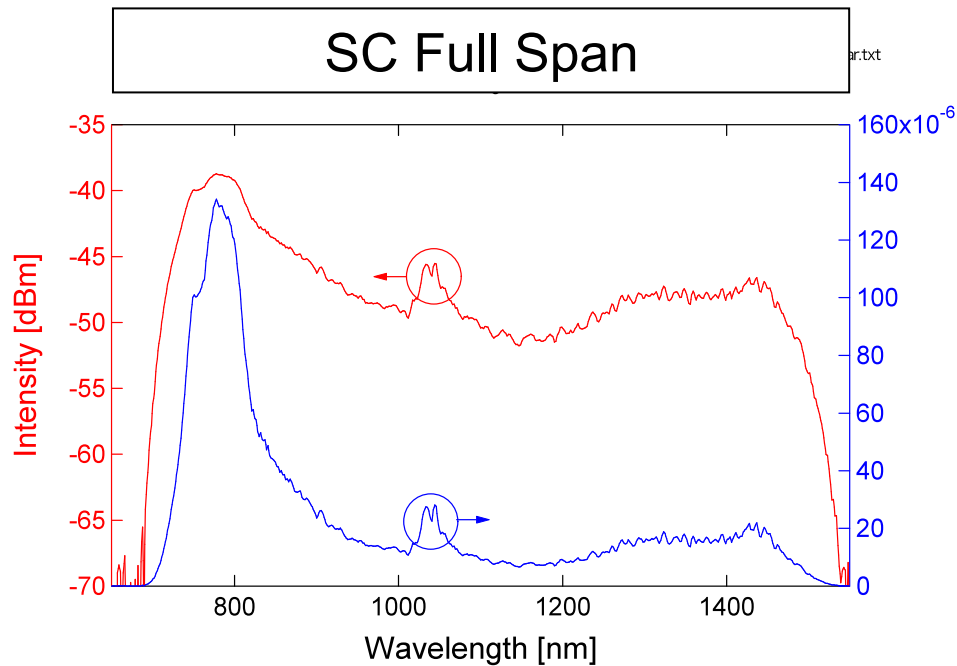
PCF中の伝搬で基本光やSC光のパルス幅が伸びない。

セットアップ

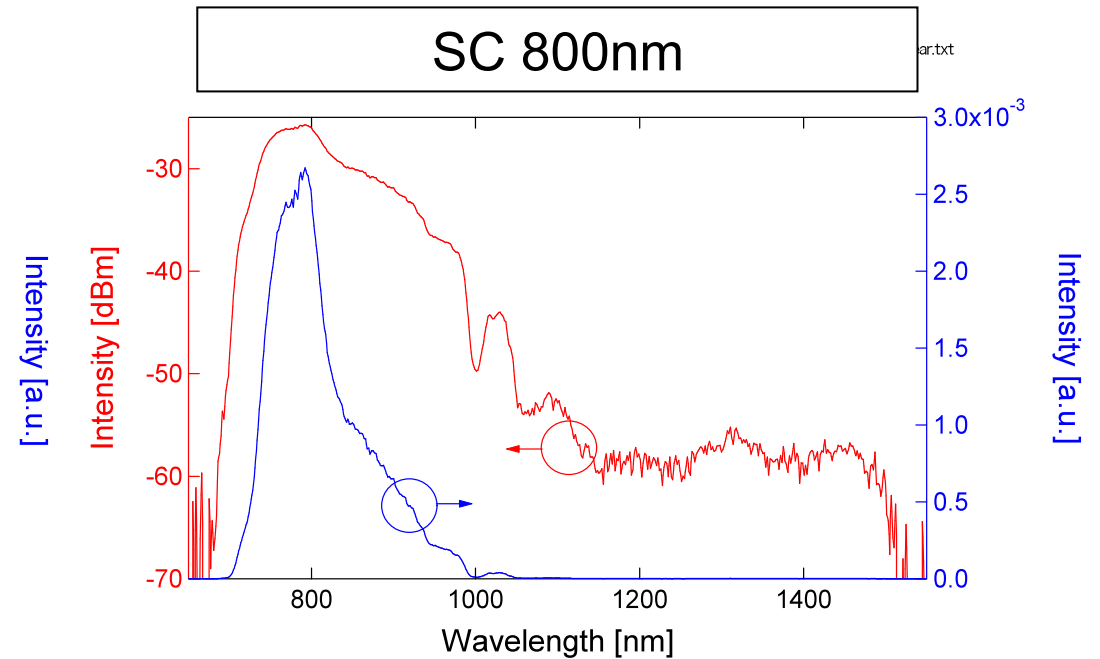


実験結果

PCFに基本光($\lambda=1030\text{nm}$, $f_{\text{rep}}=85\text{MHz}$, $\Delta t=1\text{ps}$, $\Delta\lambda=10\text{nm}$)を1.993W入力.



SC光369mW出力
(入射効率18.5%)



800nm帯は186mW
(変換効率9.3%)

まとめ

- OPAの信号光として使用するスーパーコンティニューム光の実証実験を行った。高非線形材料としてフォトリック結晶ファイバー(NL-1050-ZERO-2, NKT Photonics)を使用し、レーザー増幅器の基本光($\lambda=1030\text{nm}$, $f_{\text{rep}}=85\text{MHz}$, $\Delta t=1\text{ps}$, $\Delta\lambda=10\text{nm}$)を1.993W入力して、369mWのスーパーコンティニューム光を発生できた(入射効率18.5%)。OPAの信号光として使用する800nm帯は186mW(変換効率9.3%)であった。
- 今後の課題として、
 - 800nm帯のパルス波形測定。
 - 入力光結合光学系の最適化を行い、入射効率を上げる(目標30%)。
 - 入力光の偏波やパワーを変えて800nm帯のピーク位置をチューニングを行い、ERLに必要な帯域700nm~900nmの範囲に対してどの程度実現できるか確認する。