

上野研 研究室セミナー
研究進捗計画報告会スライド集
(毎月1回)

卒業研究生、2006年度

稲田功一郎

奥平将俊

西田武洋

本間正徳

Progresses and plans, Sep. 26th

Koichiro Inada

· Stability of DC

直流電源電圧の変動

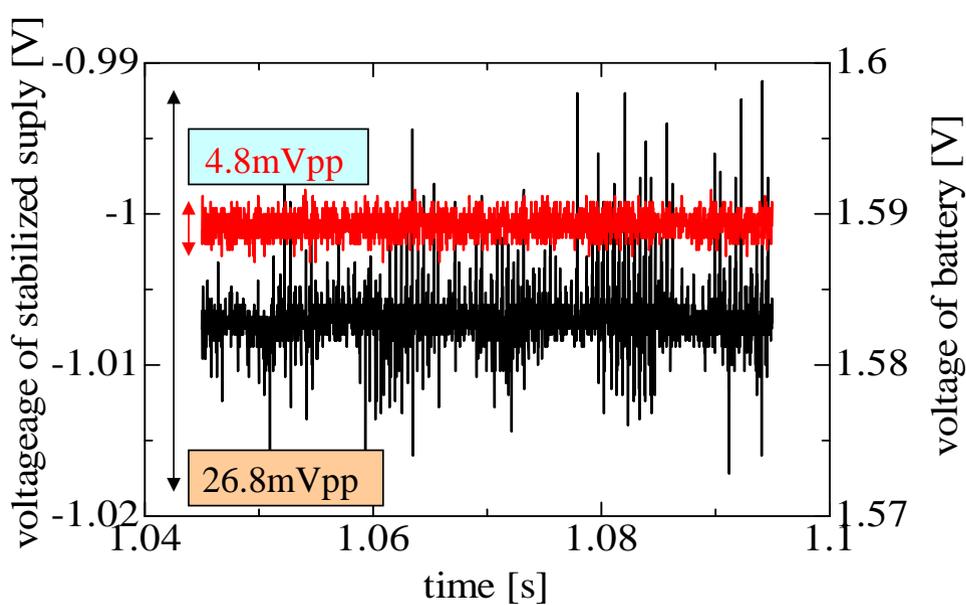
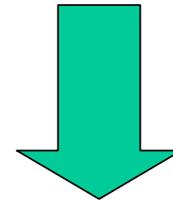


図1 直流電源電圧の比較

トリガ50Hz電源電圧

$$\frac{\text{安定化電源の}V_{PP}}{\text{乾電池の}V_{PP}} = \frac{26.8mV}{4.8mV} = 5.6$$



乾電池を用いると電圧変動は1/5程度

乾電池を用いたLD用直流電流源

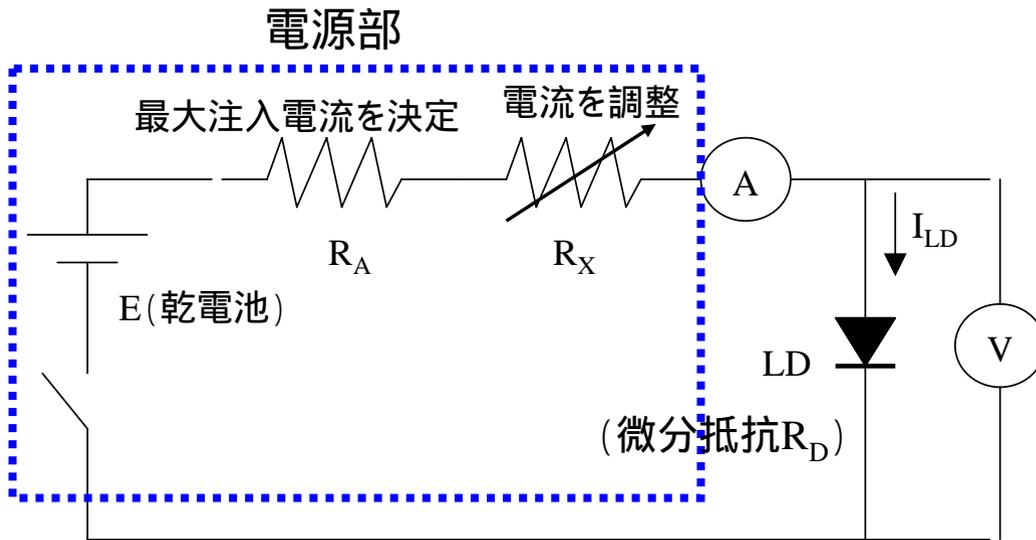


図2 乾電池を用いた電源

I_{LD} : 注入電流

R_D : 微分抵抗
= 3.0 ~ 4.5 (NEL)

$E = 1.5V$

$R_A + R_X > 4.4$
ならば $I_D = 200mA$



$R_A = 4.4$

乾電池使用による周波数ゆらぎ

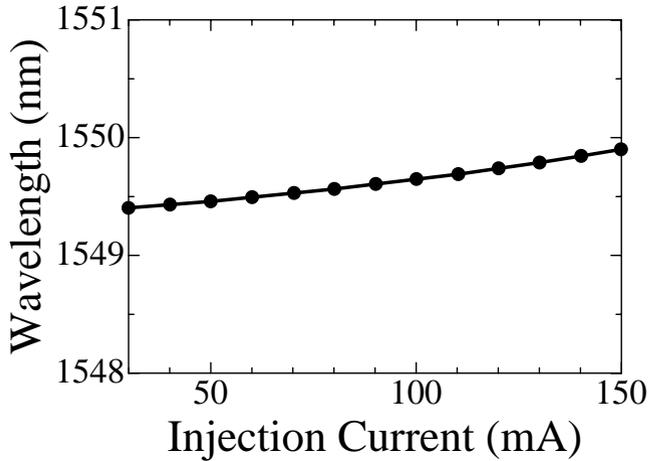


図3 NEL-DFBレーザのピーク波長の
注入電流依存性
(中本 2006/8/5)

設定温度25.0

使用したレーザー: NEL製 型番
NLK1C6BAAA SN/511091
室温21.9、湿度54.4%

2006/9/29

$$I = V_{PP} / (R_A + R_X + R_D) \\ = 0.48 \text{mA} \quad (I_D = 150 \text{mA})$$

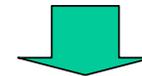
$$\Delta\lambda = 2.0 \times 10^{-3} \text{ nm (左図より)}$$

$$f = 250 \text{MHz (乾電池)}$$

↓ 5.6倍

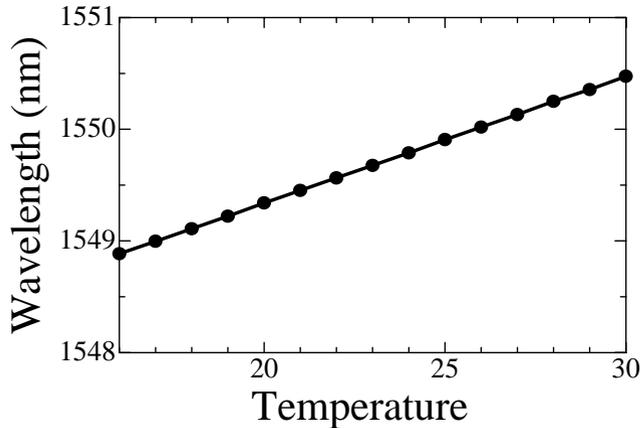
$$= 1.4 \text{GHz (安定化電源)}$$

DFB-LD 1台あたり電源由来の
周波数ゆらぎを1/5に



2台使うヘテロダインでは1/10?

温度コントローラによる周波数ゆらぎ



$T=0.002$ (TED200)

$\Delta\lambda = 2.3 \times 10^{-4}$ nm (左図より)

$f = 28$ MHz

図4 NEL-DFBレーザのピーク波長の
温度依存性
(中本 2006/8/5)

注入電流150mA

使用したレーザー: NEL製 型番
NLK1C6BAAA SN/511091
室温21.9、湿度54.4%

2006/9/29

温度安定性による周波数揺らぎは
電源によるものよりも小さい



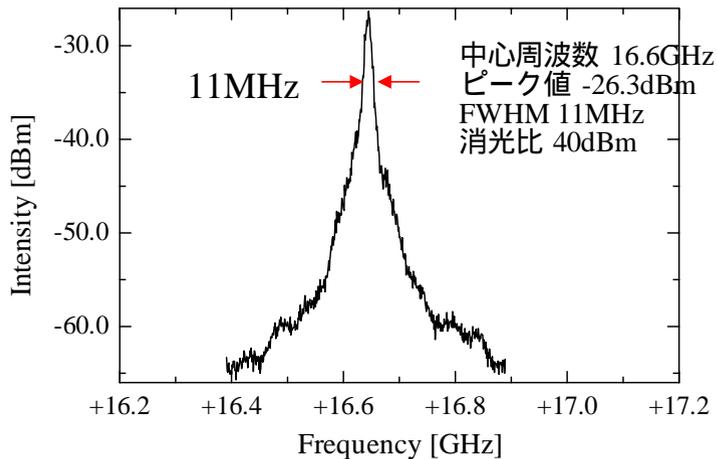
電源の安定性が重要

Plans

- 乾電池を用いた電源回路製作
DFB2台へテロダイン実験
- 2.5kmファイバによるDFB-LDの線幅測定
(10月第2週頃到着)
- 箱詰めに必要な部品の注文

- 1段上の目的

DFB-LD ビートスペクトル幅の原因を調査し、原因を低減する。



2006/07/18

DFB2台ヘテロダインによるビートスペクトル

精度の良い温度コントローラを使うこと
によって11MHzまでは細くなった



さらに細くするにはどうすればよいか？
1MHz程度まで細くしたい
(Disc-loopパルス列の縦モードの分離の
為)

Progresses and Plans(September)

奥平将俊

2006/9/26

項目

- WDMカプラーとは
- WDMカプラー損失測定
- Bookham社製980nm Pump LD動作試験

WDMカプラーとは

用途

特定の波長の光を特定ポートから入射して同一ポートから出射したり(合波)複数の波長を同一ポートから入射して特定のポートにそれぞれ波長を分けて出力する(分波)

具体例としては

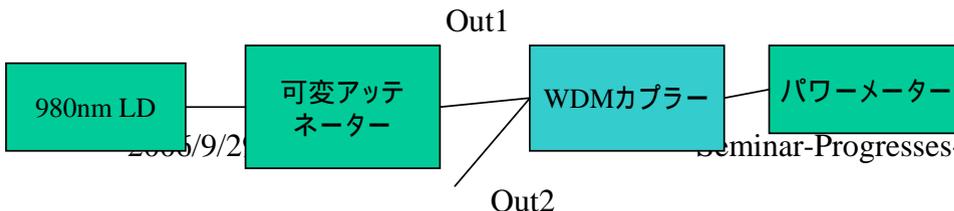
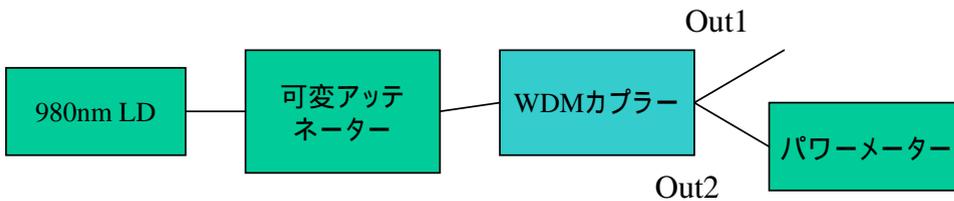
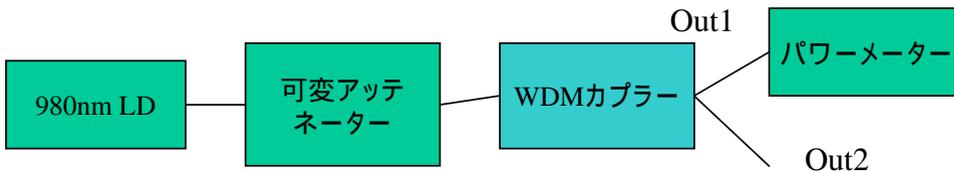
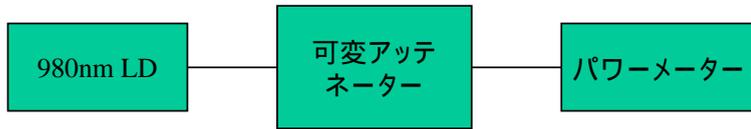
- ・二波長合波分離
- ・EDFAの信号光・ポンプ光合波

特徴

- ・挿入損失が小さい
- ・光ファイバーとの接続がしやすい
- ・価格が光学部品などを使用した製品と比較してコストが安い

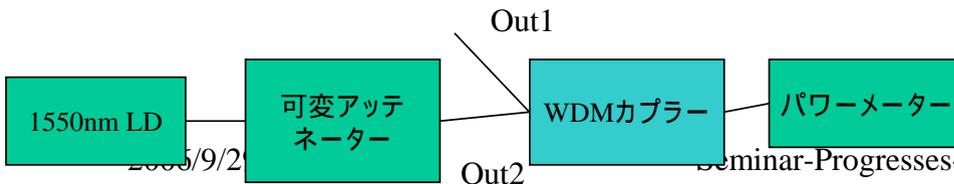
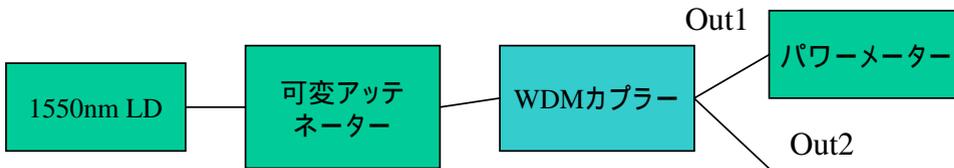
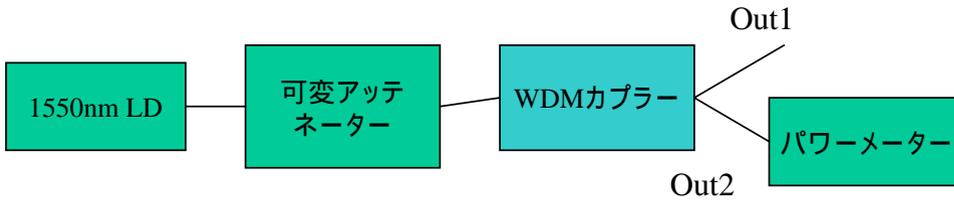
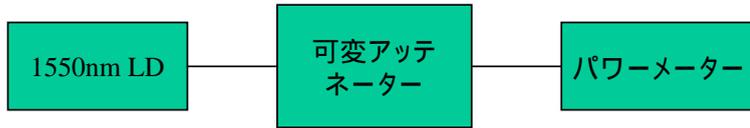


WDMカプラー損失測定(980nm)



アッテネータ	シリアル3050110179	シリアル3050110181
0(dB)	0.19(dBm)	0.19
10	-10.21	-10.21
20	-21.37	-21.37
30	-32.32	-32.32
40	-43.25	-43.25
0	-2.98	-3.74
10	-13.37	-14.05
20	-24.47	-25.19
30	-35.41	-36.20
40	-46.40	-46.20
0	-29.34	-34.18
10	-39.86	-44.69
20	-50.89	E
30	E	E
40	E	E
0	-3.34	-4.29
10	-13.64	-14.61
20	-24.81	-25.76
30	-35.78	-36.76
40	-46.79	-47.63

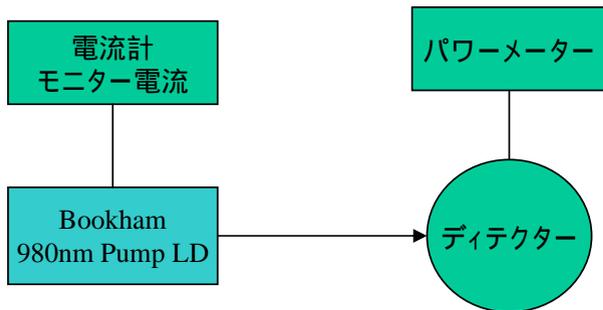
WDMカプラー損失測定(1550nm)



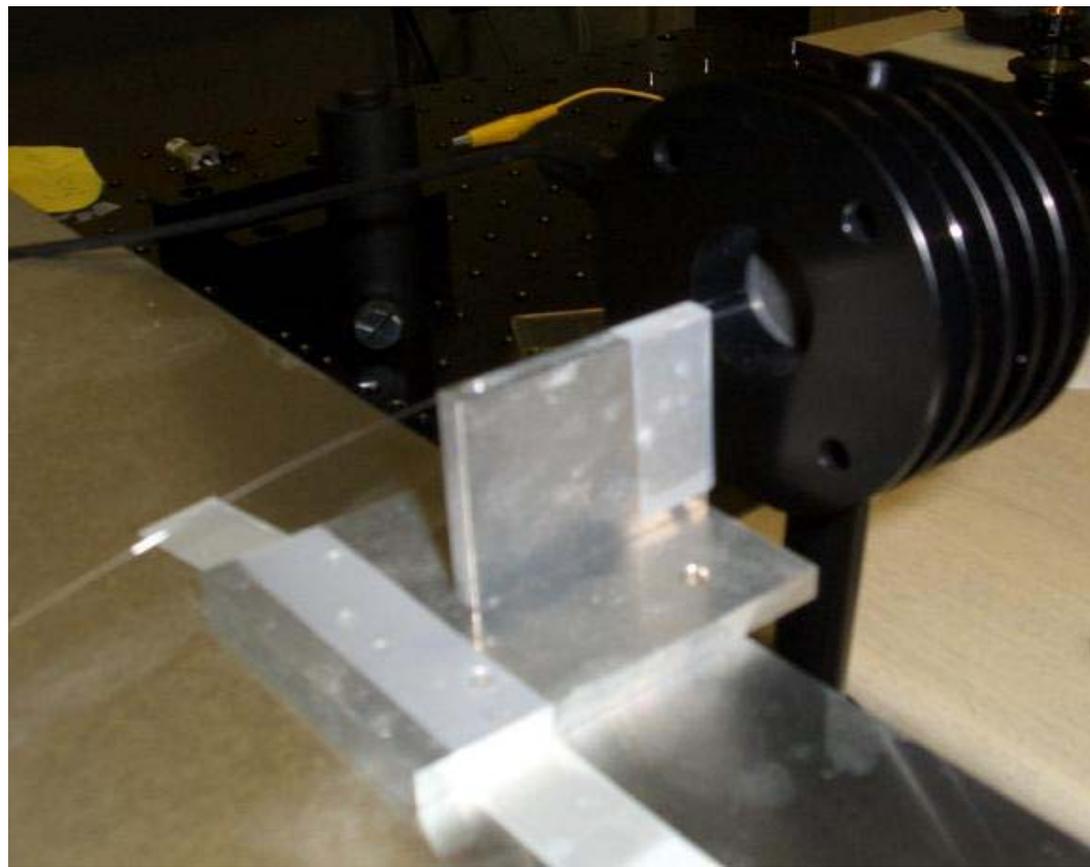
アッテネータ	シリアル3050110179	シリアル3050110181
0(dB)	8.00(dBm)	8.00
10	-2.25	-2.25
20	-12.31	-12.31
30	-22.24	-22.24
40	-31.56	-31.56
0	7.48	7.33
10	-2.77	-3.04
20	-12.74	-12.96
30	-22.66	-22.93
40	-31.92	-32.19
0	-18.55	-16.39
10	-28.69	-26.64
20	-38.72	-36.60
30	-48.66	-46.61E
40	E	E
0	7.29	7.04
10	-3.09	-3.33
20	-13.01	-13.25
30	-22.98	-23.18
40	-32.25	-32.52

Bookham社製980nm Pump LD動作試験

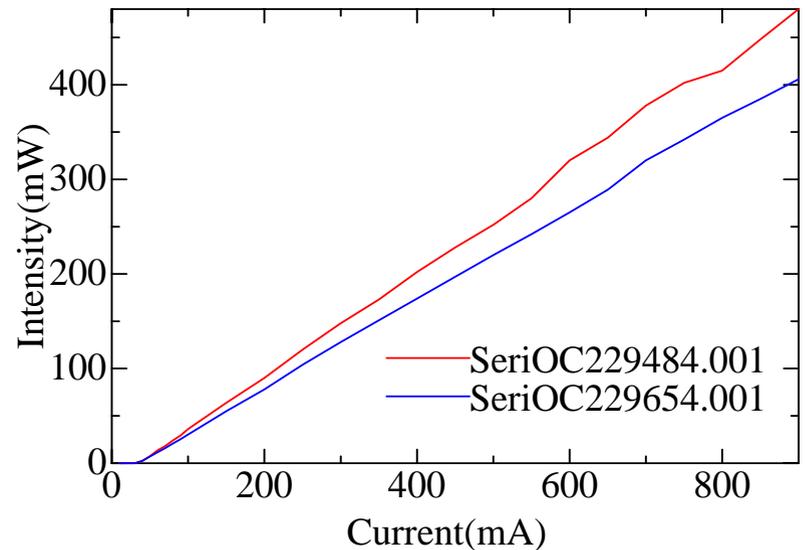
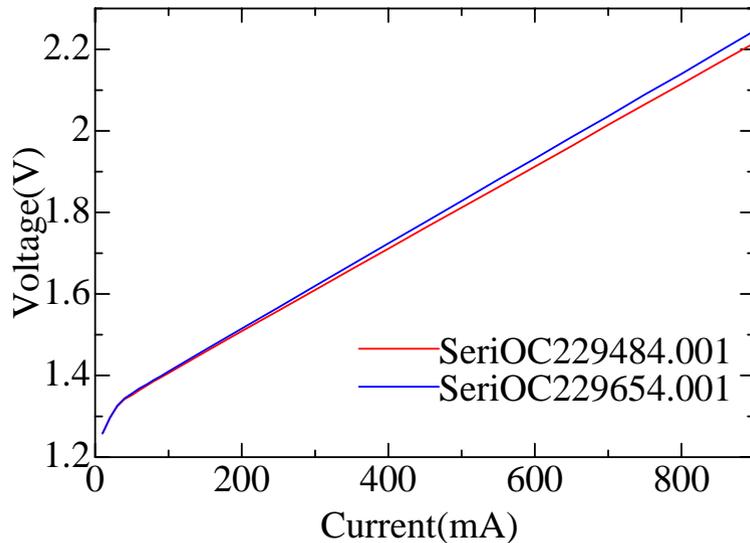
980nm Pump LDの動作試験は下図のような単純な構成で行った。
右図はディテクター部分である。



構成図



980nm Pump LDのV-I,L-I特性



V-Iについて

立ち上がり電圧は共に1.3V付近であり、データシートと良く一致した。その後の傾向も良く似ている。

L-Iについて

二台とも電流上昇と共に出力が増加している。484は900mA注入において480mWまで出たが、654は

400mWまでしか出なかった。その後ファイバの先端を研磨してから再測定したところ520mW出力を示した。 15

付録 Bookham 980nm Pump LD 測定結果

Serial Number OC229484.001

Serial Number OC229654.001

電流(mA)	電圧(V)	強度(mW)	モニター電流(μA)	電圧(V)	電流(mA)	モニター電流(μA)
10	1.258	0	3	1.258	0	3
20	1.297	0	4	1.296	0	4
30	1.324	0	5	1.326	0	5
40	1.342	2.5	19	1.344	2.3	20
50	1.352	7.5	47	1.356	7	47
60	1.364	13.5	78	1.368	11.5	72
70	1.375	18.2	90	1.378	16	94
80	1.386	24	115	1.389	20.7	120
90	1.396	29.3	138	1.399	25.3	145
100	1.406	36	162	1.410	30.2	172
150	1.458	63.8	277	1.463	55	294
200	1.509	90	390	1.515	78	412
250	1.559	120	499	1.567	104	525
300	1.610	148	609	1.620	128	635
350	1.661	173	712	1.672	151	739
400	1.711	202	810	1.724	174	839
450	1.762	228	902	1.776	197	931
500	1.812	252	979	1.828	220	1013
550	1.862	280	1068	1.881	242	1096
600	1.912	320	1162	1.932	265	1177
650	1.963	344	1221	1.985	289	1249
700	2.015	378	1292	2.036	320	1306
750	2.065	402	1360	2.089	342	1380
800	2.115	415	1435	2.140	365	1450
850	2.166	448	1482	2.193	385	1494
900	2.216	480	1527	2.246	406	1543

2006/9/29

Seminar-Progresses-A1.ppt

16

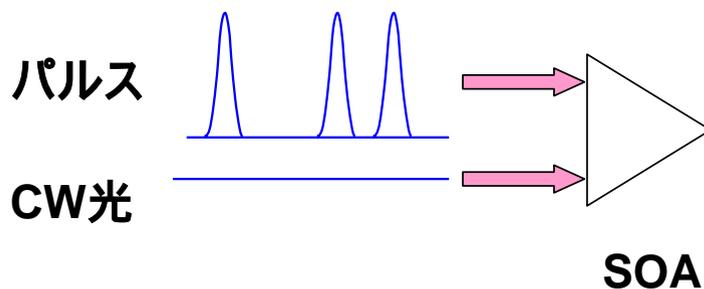
Plans

- LDの測定方法についての考察
- EDFの長さ指定
- 電源・温度コントローラー等部品選定

Monthly Progresses and Plans (September)

Takehiro Nishida

パルスの利得飽和のモデル計算



相互利得変調 (XGM)



・モデル計算式

sechパルス:
$$P(t) = \text{sech} \left(h \left(\frac{2 \ln(1 + \sqrt{2})}{FWHM} t \right) \right) \quad (1.1)$$

< レート方程式 >

$$\frac{d}{dt} n(t) = \frac{I_{op}}{qV} - \frac{n(t)}{t_c} - \underbrace{\frac{1}{V} \{G[n(t)] - 1\}}_{\times \frac{P(t) + P_{cw}}{h \cdot f_{1550 \text{ nm}}}} \quad (1.2)$$

SOAの利得式:
$$\begin{aligned} G[n(t)] &= \exp(dg/dn \cdot n(t) \cdot \Gamma L) \\ &= \exp(const \cdot n(t)) \end{aligned} \quad (1.3)$$

不飽和利得:
$$G_0 = \exp(const \cdot n_0) \rightarrow const = \ln G_0 / n_0 \quad (1.4)$$

・オイラー法

$$\frac{d}{dx} y(x) = f(x) \quad (1.5)$$

$$dy(x) = f(x) \cdot dx$$

$$y(x + dx) = y(x) + dy(x)$$

$y(0)$ を決め $dy(0)$ を決める。

$$y(1) = y(0) + dy(0) \rightarrow y(2) = y(1) + dy(1) \rightarrow \dots$$

・プログラミングの流れ

$n(t_0)$

$dn(t_0)$

$G(t_0)$

$P_{out}(t_0)$

$$P_{out}(t_0) = G(t_0) \times P_{cw}$$

定数の条件

$FWHM$ 2 ps

$peak \text{ power}$ 20 mW

G_0 15 dB

n_0 $2.917 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$

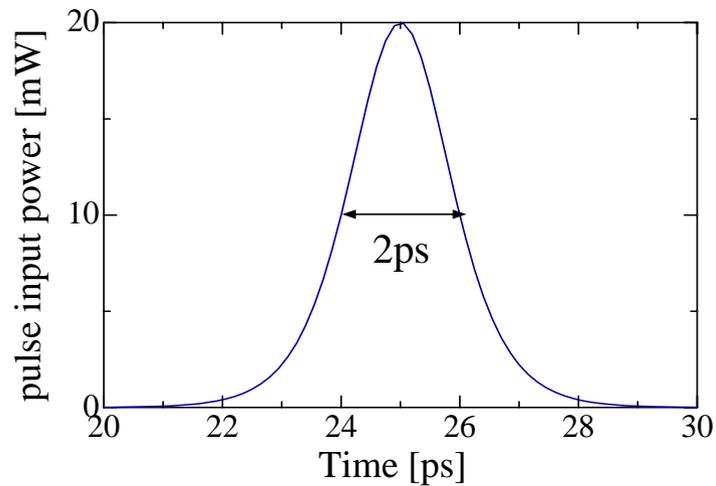
I_{op} 150 mA

t_c 50 ps

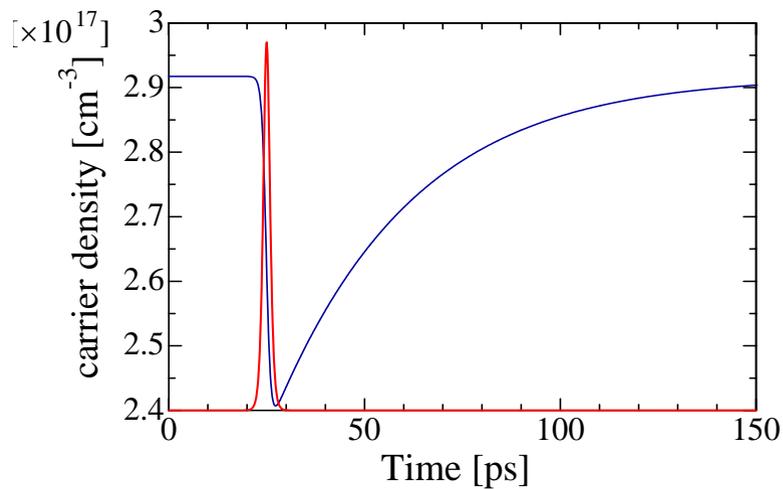
V $140 \text{ } \mu\text{m}^3$

P_{cw} 0.5 mW

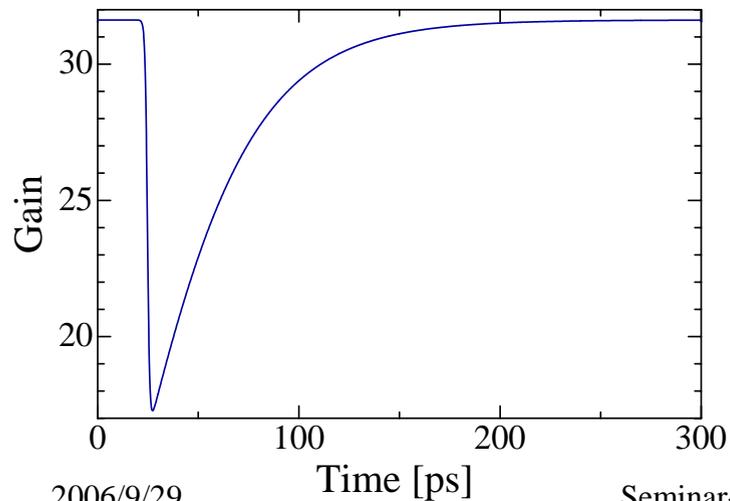
・実行結果



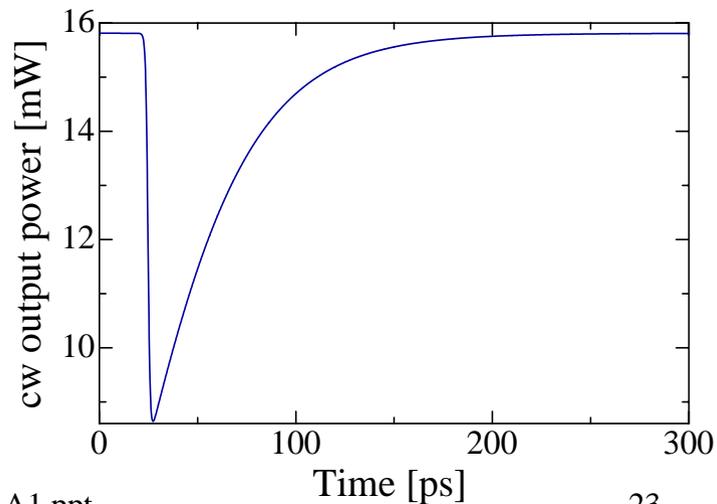
入力パルス



キャリア密度



SOAの利得



cw 出力パワー

今後の計画

- **モデル計算に関する勉強**

パルス列を入力し、パルス幅、ピークパワー、周波数などを変えたときの考察

Siegmanのモデル式を用いた検証

Progresses and Plans(September)

2006/9/26

Masanori Honma

内容

- SMFを通じた後のスペクトルの測定
- 実験構成
- LeftoverとSignal(SC発生)によるUpconversionの測定(角度依存性、パルス幅)
- 計画

スペクトルの測定

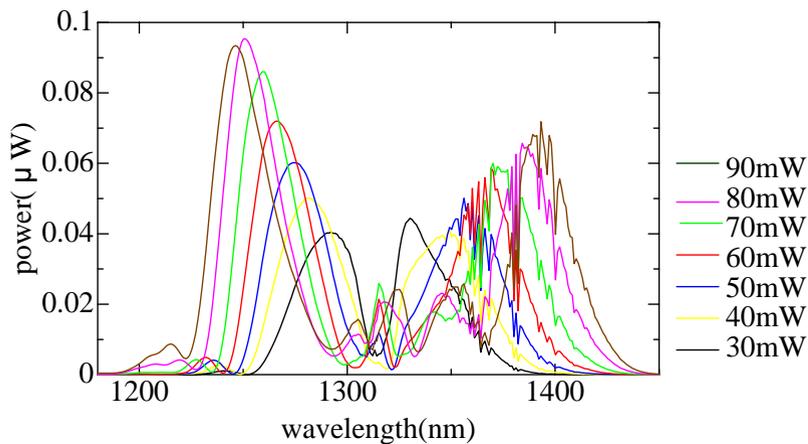


図1 Dependence on OPAL power

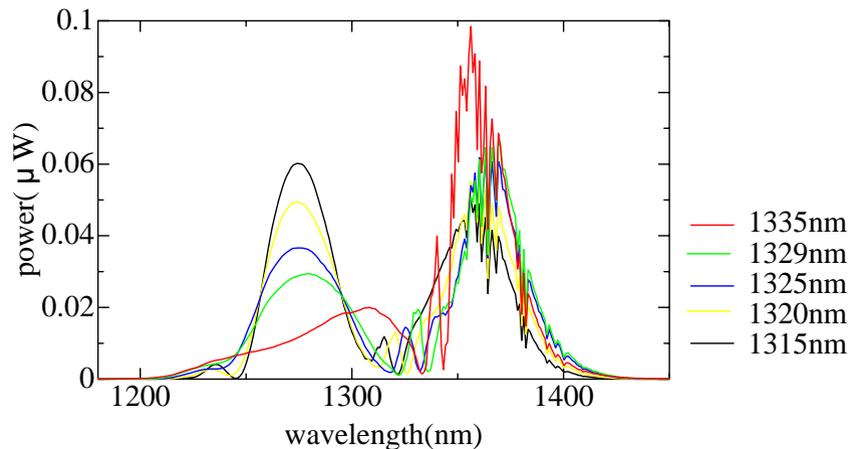


図2 Dependence on OPAL wavelength

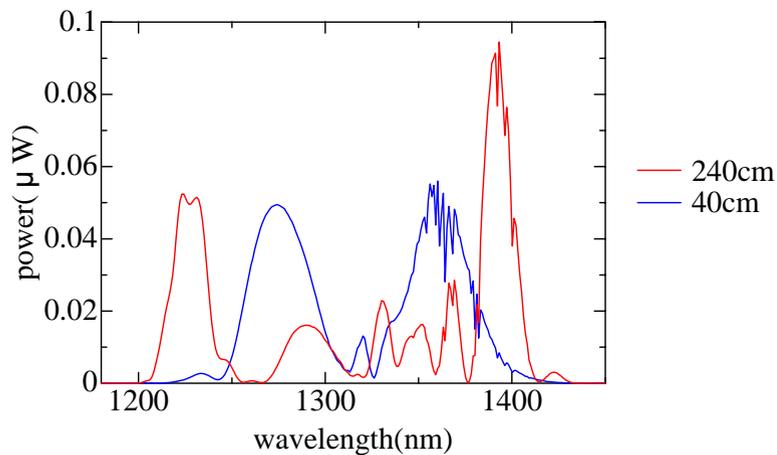


図3 Dependence on fiber length

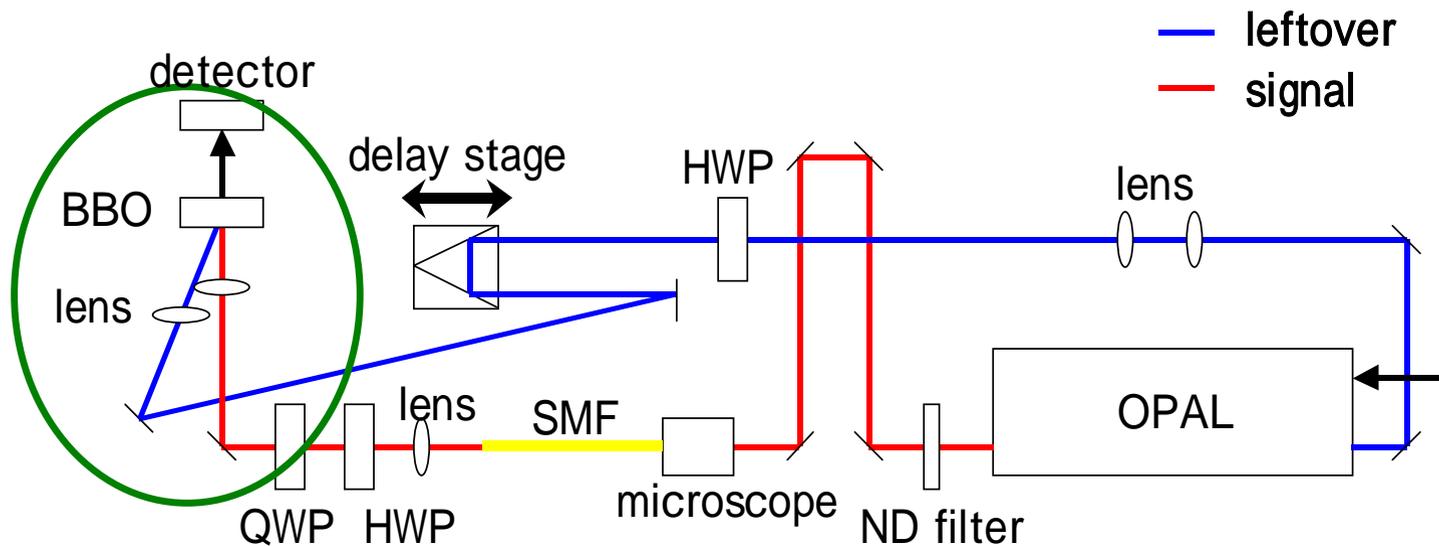
図1: SMF:40cm、OPAL wavelength:1315nm

図2: SMF:40cm、OPAL power:50mW

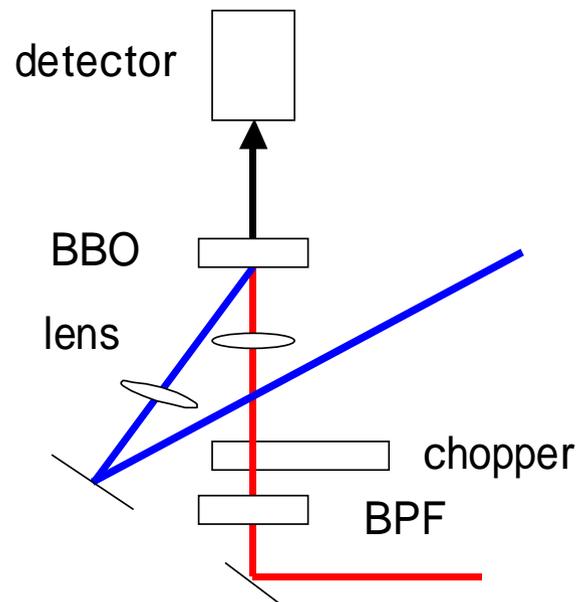
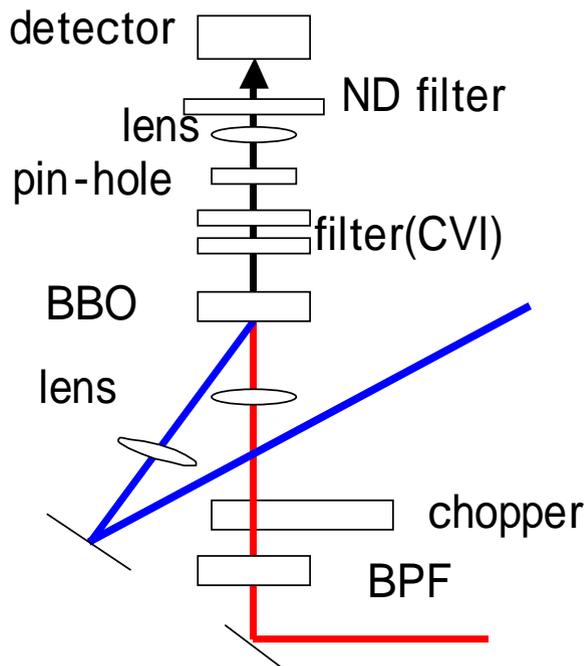
図3: OPAL wavelength:1320nm、OPAL power:50mW

2006/9/29

実験構成(1)

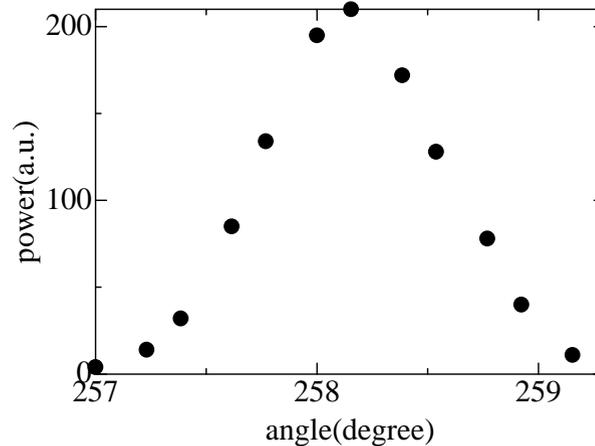


実験構成(2)



前ページの丸で囲んだ部分の構成

Upconversion(BBO角度依存性)

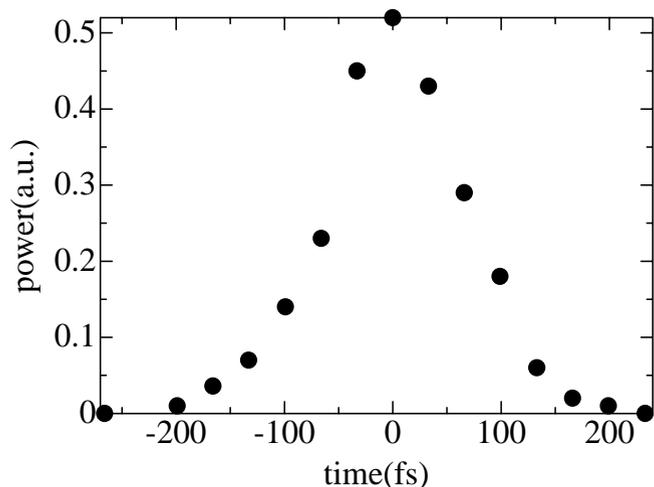


Dependence on BBO angle

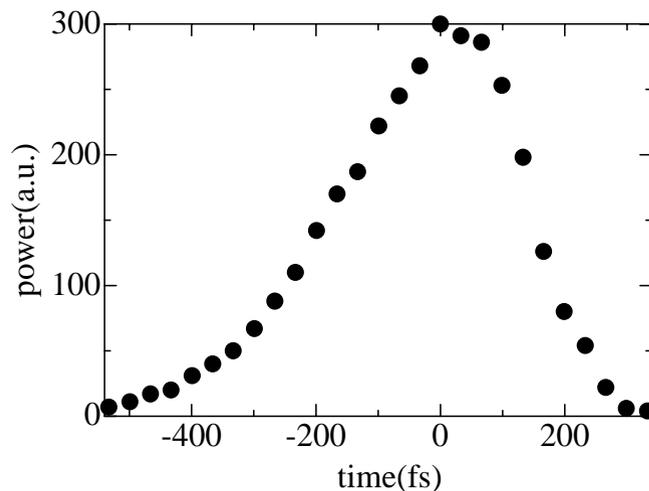
Opal(1280nm) SMF BPF 1310nm
(Spectral slicing)

BBO:257 °

パルス幅の測定(Opal:1290nm、150mW)



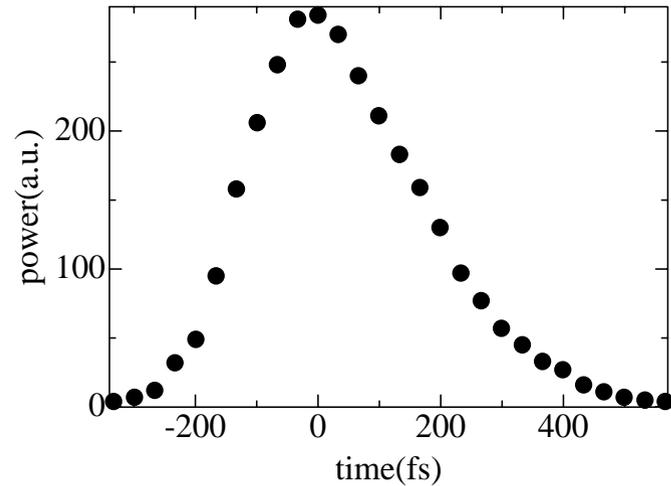
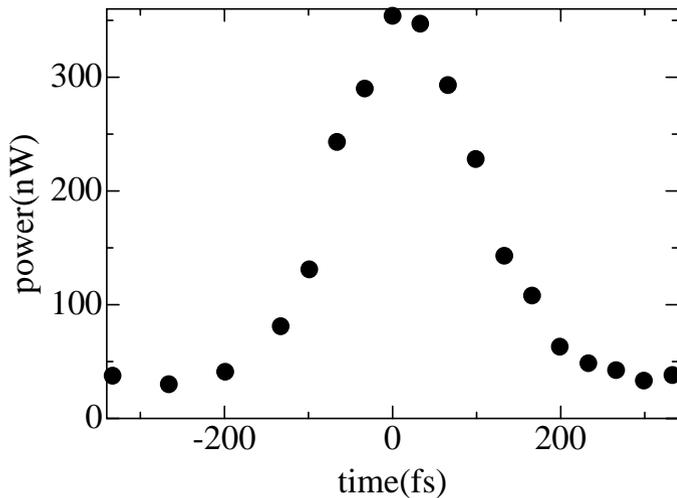
Temporal pulsewidth



Temporal pulsewidth

- **左図がBPFなし** before spectral slicing、FWHM:135fs
SMFを通した後のパワー:15mW
- **右図がBPFあり** after spectral slicing(1310nm)、FWHM:350fs
SMFを通したBPF後のパワー:1.3mW

パルス幅の測定 (Opal: 1300nm, 150mW)



- 左図 before spectral slicing、FWHM:205fs

パワー:16mW

- 右図 after spectral slicing、FWHM:300fs

2006/9/29 パワー:1.5mW

計画

- Millenia、Tsunami、Opalシステムを起動させる
練習と理解
- 注文したSMF(20、30、40cm)によるSC発生を
用いた実験(パルス幅の測定)
- BPF(1280、1290nm)、偏光BS等の注文
- 自己位相変調について勉強