

# 200Gb/s高速ゲート実験研究の最新状況

200-Gb/s DISC波長変換  
パターン依存雑音

抑制法1) ホールディング光(cw光)

抑制法2) 波長フィルターシフト

抑制法3) 非線形偏光回転の利用

電気通信大学  
電子工学専攻  
上野研究室

坂口 淳

木村・一色・上野研合同セミナー  
(2008/4/4)

# DISCゲートの超高速動作

## 超高速動作のどこが難しいか？

信号立ち上がり速度・・・数100fs可能、OK

信号立下り速度・・・同程度(遅延干渉法)、OK

SOA内キャリア量の回復時間・・・基本値 30p~数100ps

信号間隔(5 ps)に比べはるかに遅い！



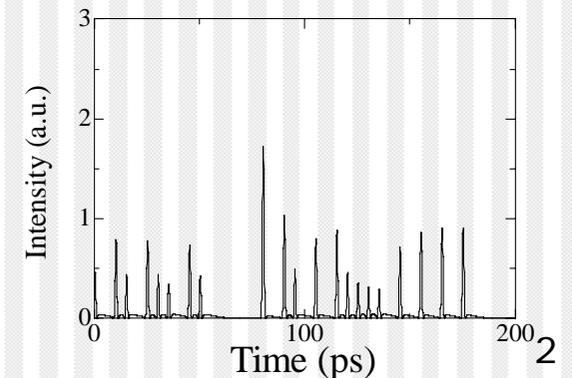
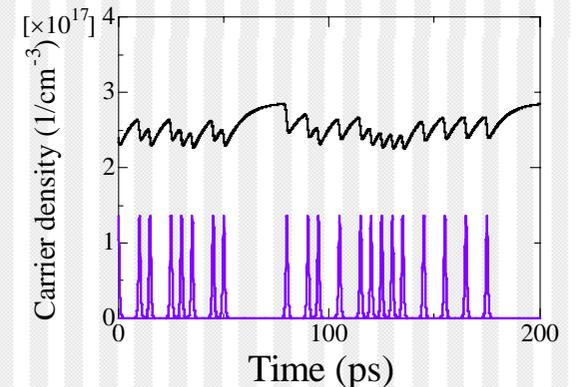
信号が入る毎にSOA内キャリア量異なる  
(前の信号パターン依存)



出力信号強度が信号毎に異なる  
パターン依存雑音発生

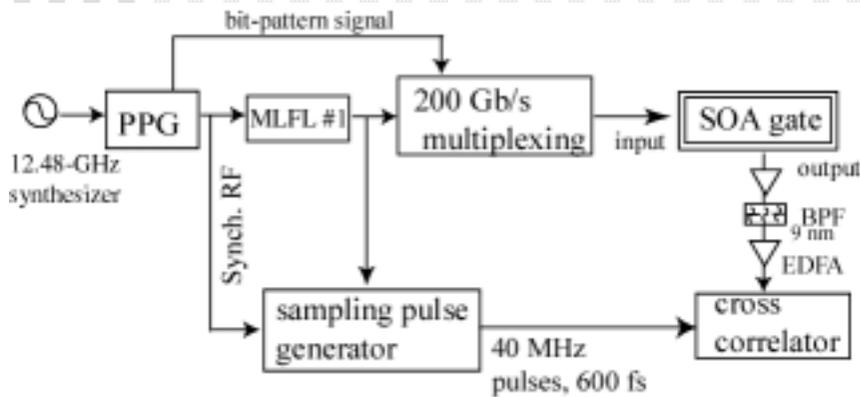
## どう克服するか？

- 1) 回復時間を無理やり短縮
- 2) ゲート構成の工夫で補償



# 200-Gb/s DISC波長変換

## 波形計測システム



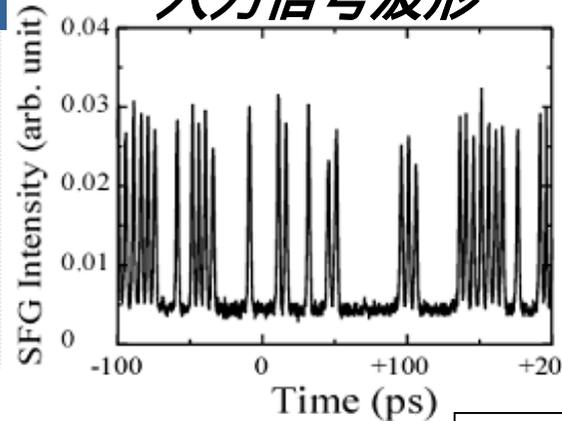
200Gb/s、4992ビットデータ  
(パターン繰り返し40 MHz)

40MHzの高速パルスでサンプリング  
(和周波発生)

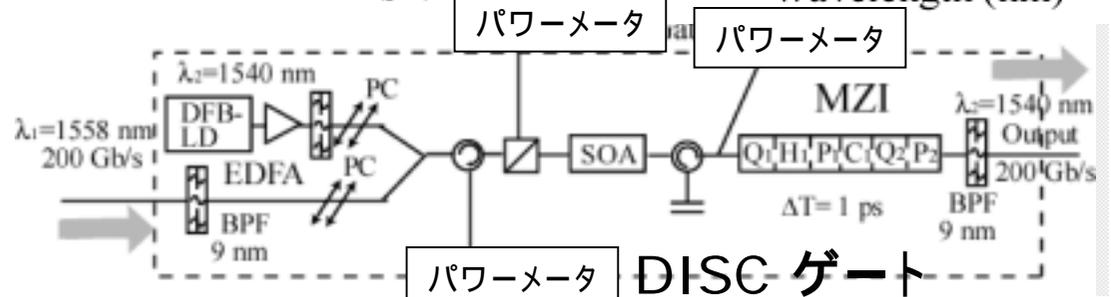
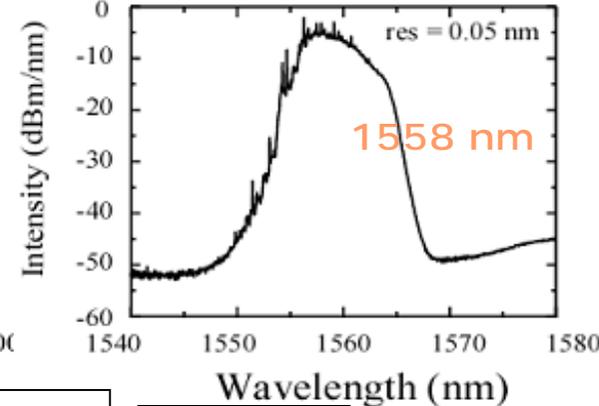
(例) 注入電流200 mA,  
cw-5.3 dBm  
Pulse 3.3 fJ

データパターン依存強度雑音が課題

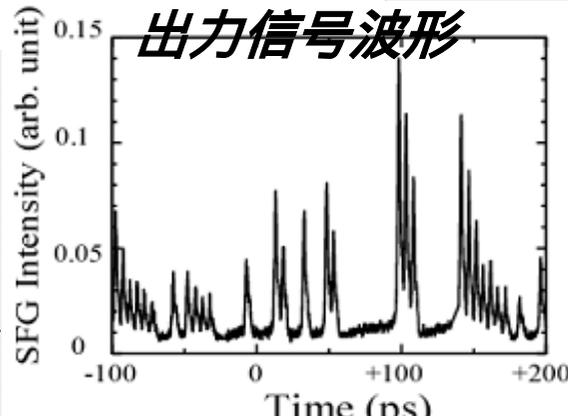
## 入力信号波形



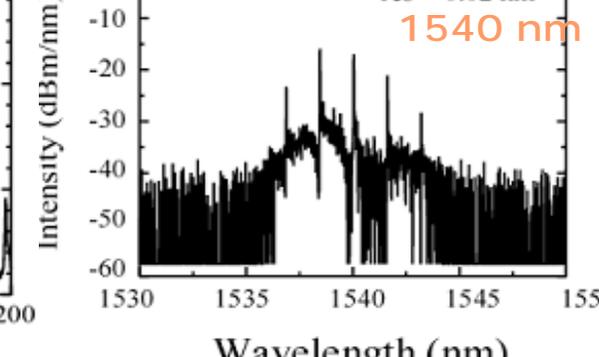
## スペクトル



## 出力信号波形



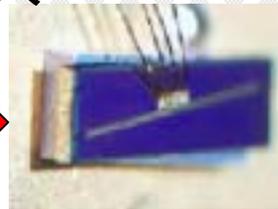
## スペクトル



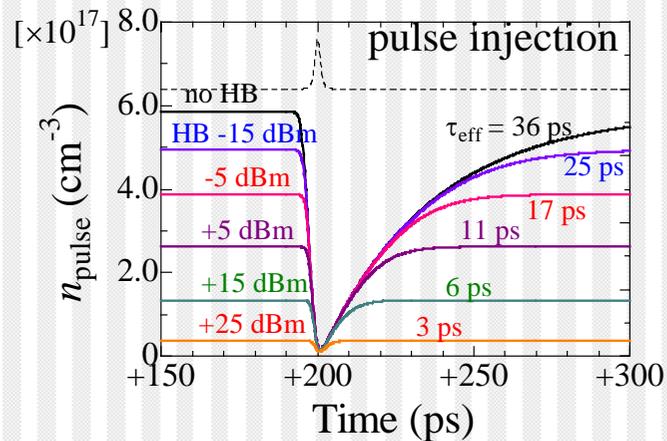
# 抑制法1) ホールディング光(cw光)

高強度cw光(ホールディング光)注入

SOA



..... キャリア緩和時間 ( $\tau_{\text{eff}}$ ) 短縮



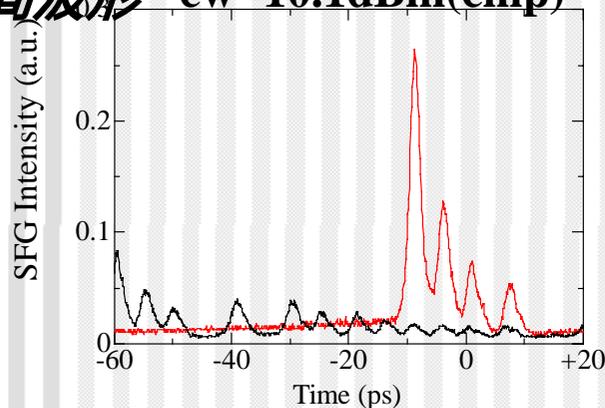
デメリット

キャリア蓄積量、変調量減少  
電力消費増大  
高強度連続光 電力消費

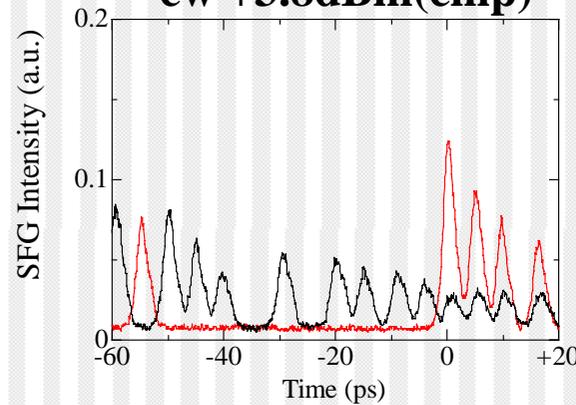
# 抑制法1) ホールディング光(cw光)

注入電流300 mA, pulse 7.7 fJ (chip)

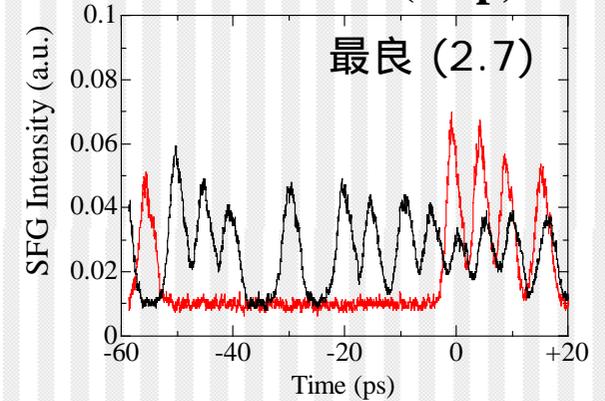
時間波形 cw -10.1dBm(chip)



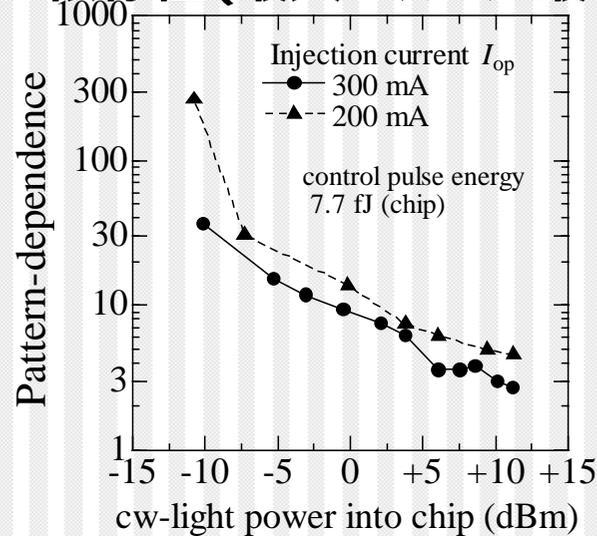
cw +3.8dBm(chip)



cw +11.2dBm(chip)



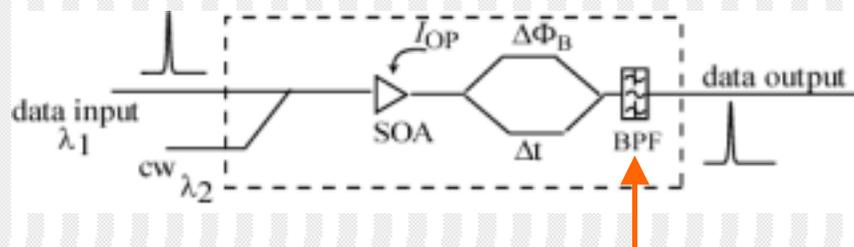
パターン依存性(最大パルス/最小)



パターン雑音抑制には  
強いホールディング光強度と  
高い注入電流が必要

〔 300mA(580 mW)以上... 〕

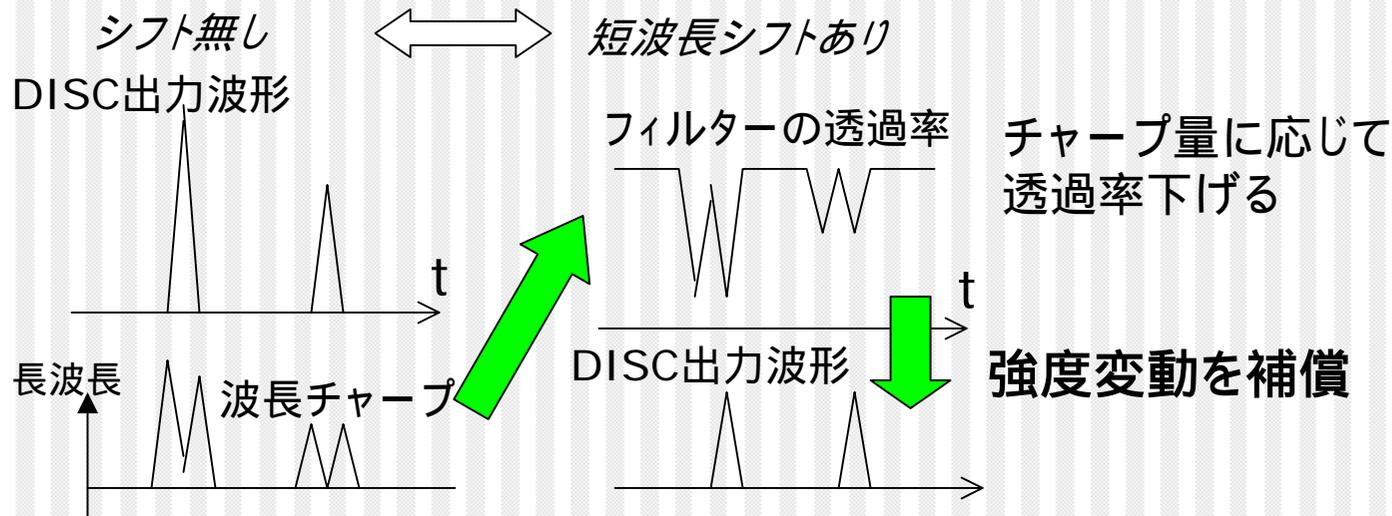
# 抑制法2) 波長フィルターシフトについて



この波長を $\lambda_2$ からずらす(短波長)

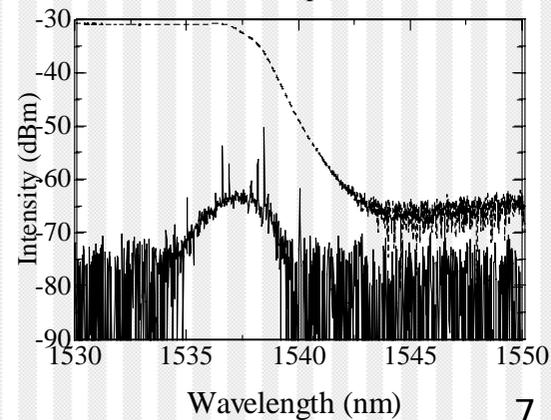
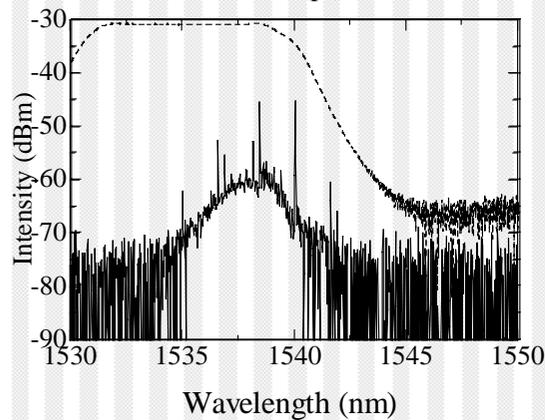
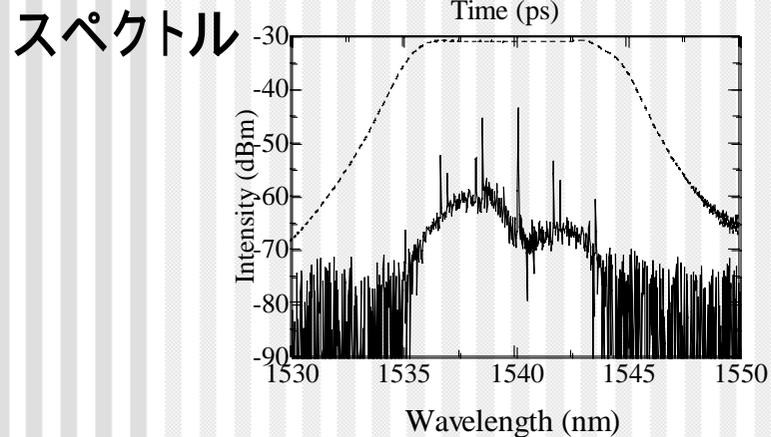
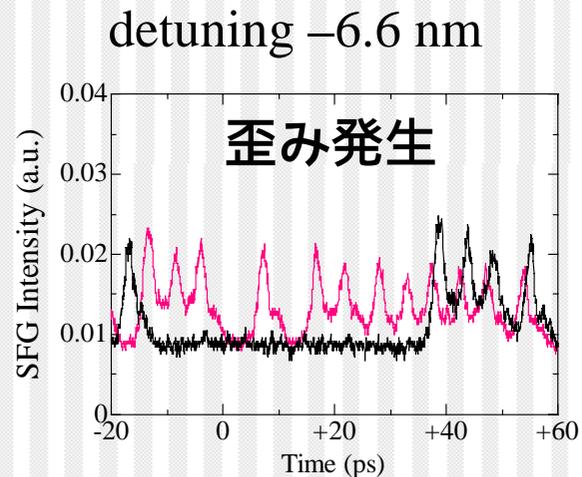
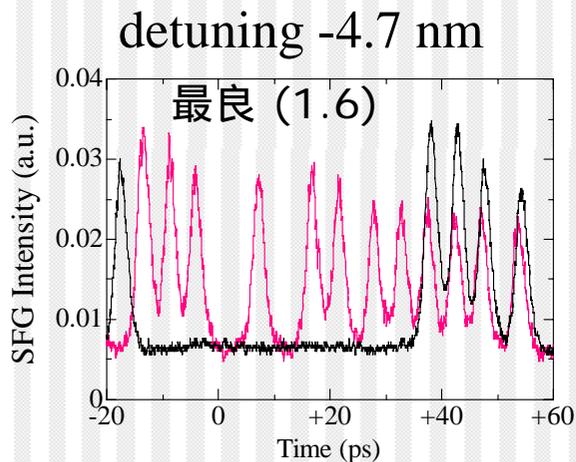
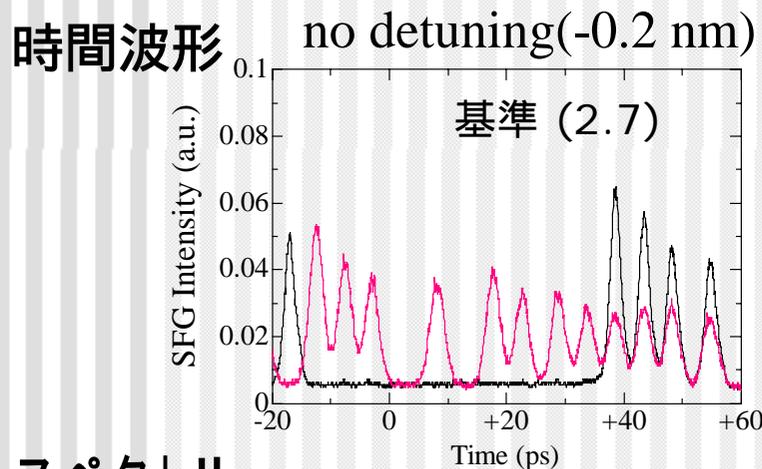
⇒ **パターン雑音抑制**

## 想定メカニズム

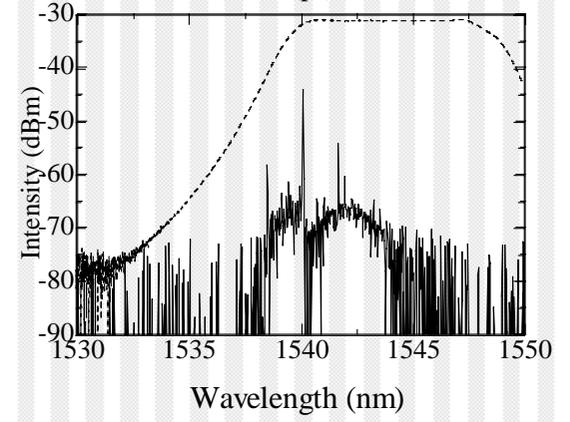
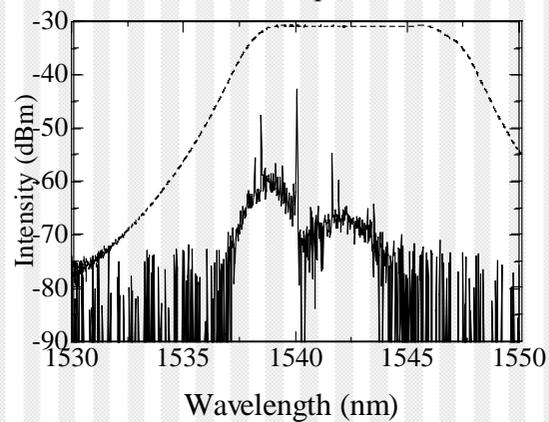
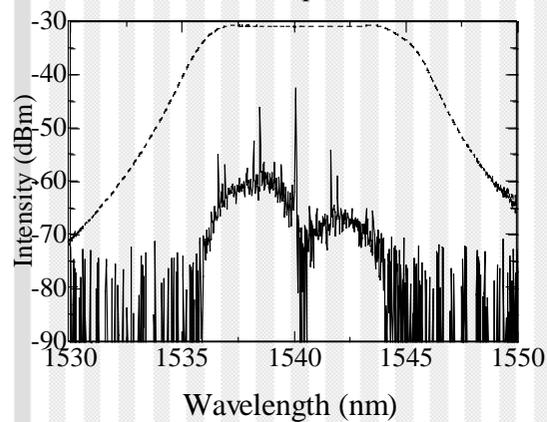
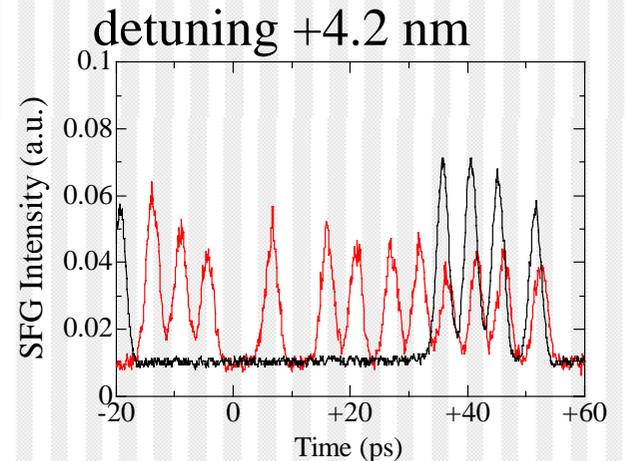
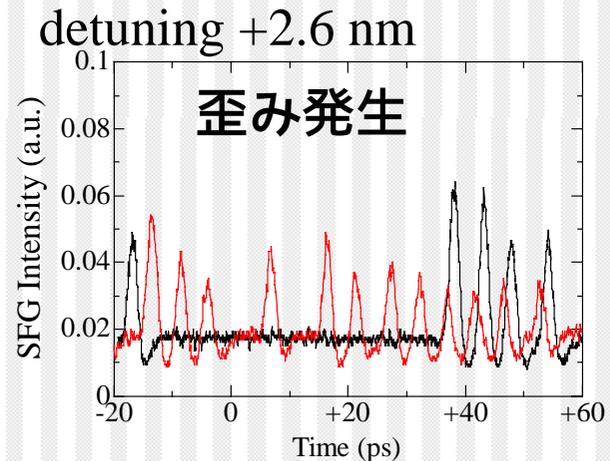
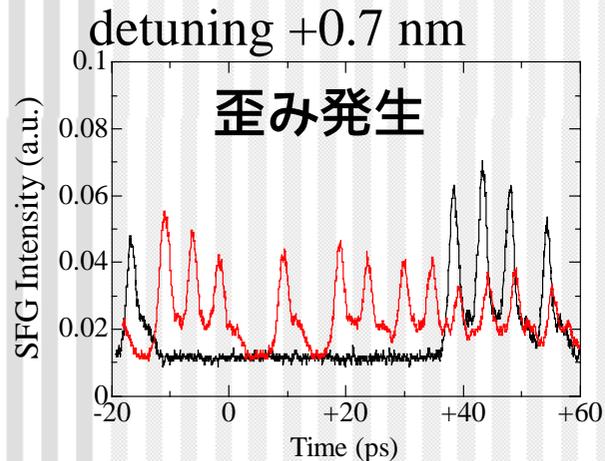


# BPF 短波長側シフトの効果(200 G)

BPF 幅 9.2 nm

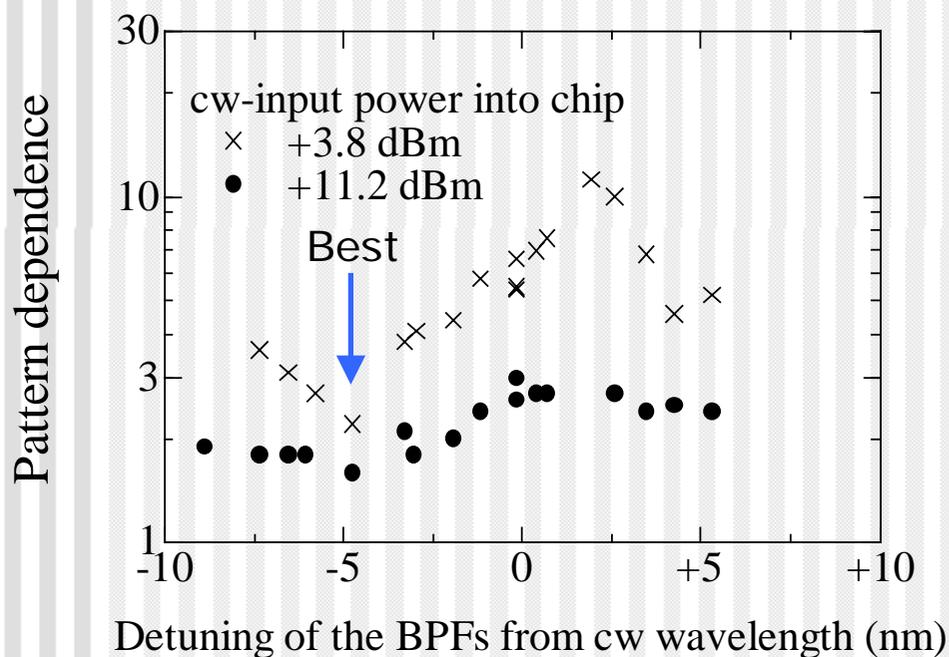


# BPF 長波長側シフトの効果(200 G)

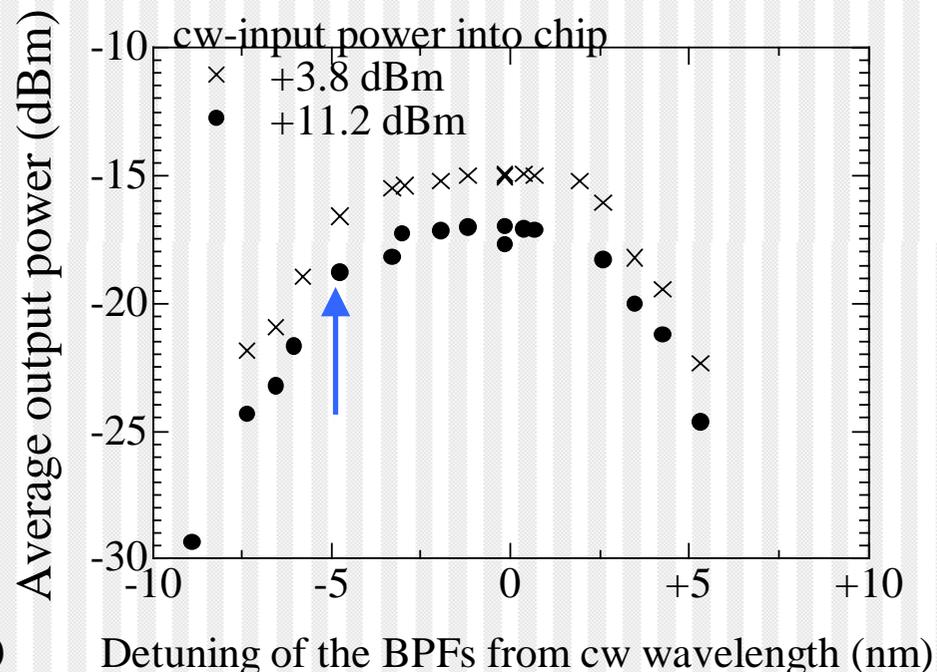


# BPF波長シフトによる抑制効果の評価

## パターン依存性



## 平均出力強度



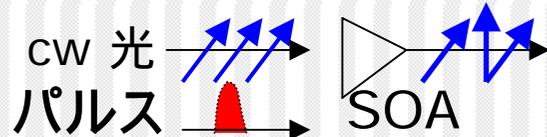
フィルター透過帯のおよそ端まで短波長シフトさせると有効、今回最高1.6  
ホールディング光弱くてもかなり抑制(2.2) → エネルギー削減  
調整がよければ強度はさほど落ちない(1.6 dB)  
調整が悪いと強度低下、波形歪み

# 抑制法3) 非線形偏光回転の利用

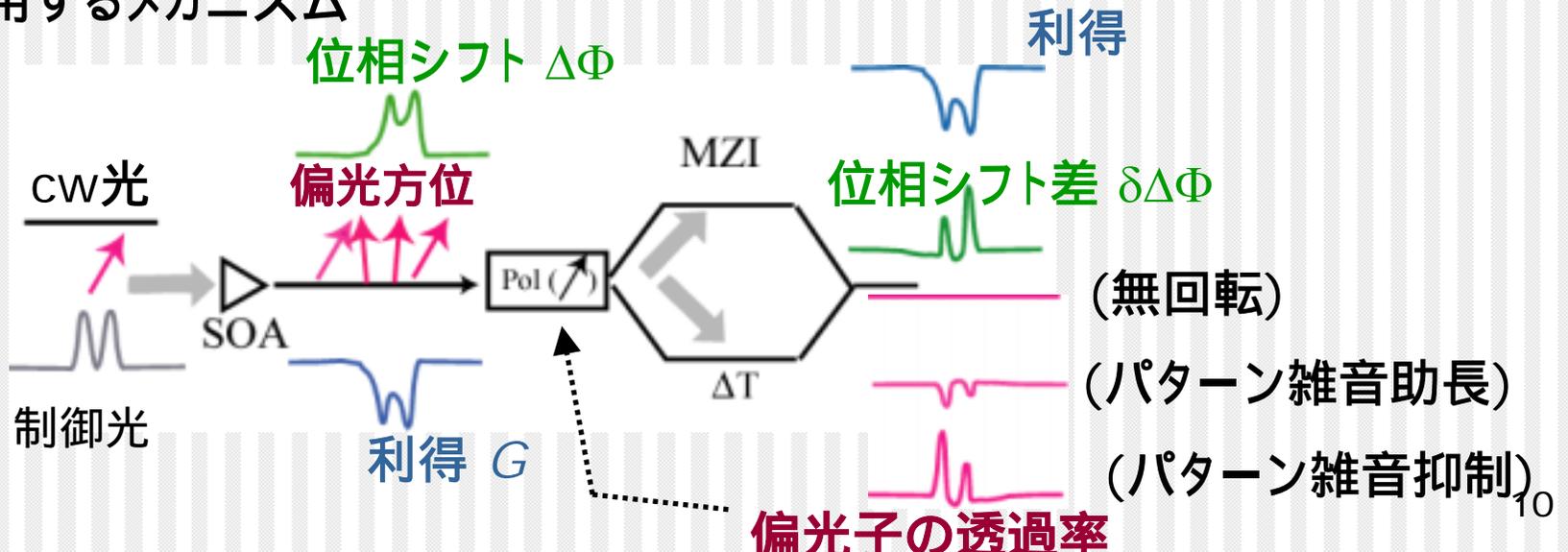
## 非線形偏光回転(NPR)

SOA 利得・・・偏波無依存設計  
非線形位相シフト・・・偏波依存

入射cw光のTE成分とTM成分が異なる位相変調を受ける → 偏波方位回転



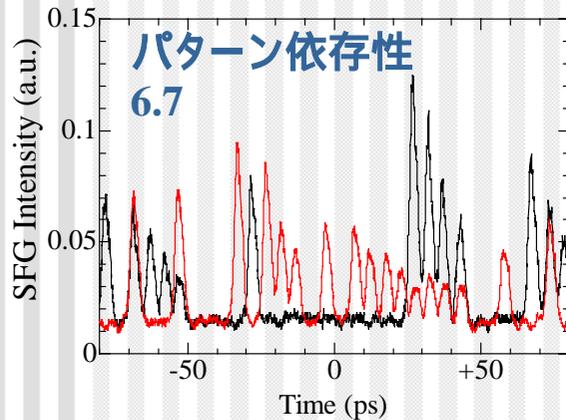
## DISCで活用するメカニズム



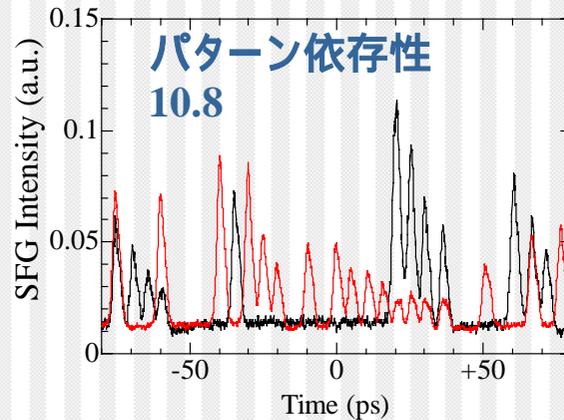
# 非線形偏光回転による抑制効果の発見



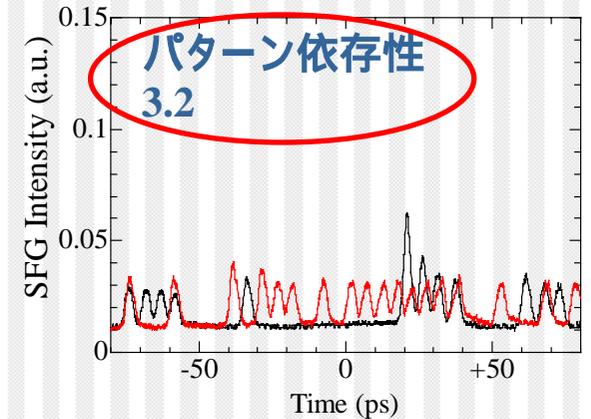
SOA input: TE, (NPRなし)  
 $Q_1$  &  $H_1$ : cwを $P_1$ に合わせる



SOA input: TE+30°,  
 $Q_1$  &  $H_1$ : cwを $P_1$ に合わせる



SOA input: TE+30°,  
 $Q_1$  &  $H_1$ : cwを $P_1$ からずらす



200 Gb/s領域でNPRの有用性を証明  
 パターン効果抑制に使用できる

# まとめ

長ビットパターン(~5000)、200 Gb/sでのDISC出力波形観測、  
パターン依存強度雑音の抑制条件を具体的評価

BPF短波長側シフトの有効性を200 GHz領域で明らかにした  
非線形偏光回転(NPR)を用いた新しい抑制法を発見、提唱

→ 動作条件、消費電力の緩和  
商用の超高速波長変換器