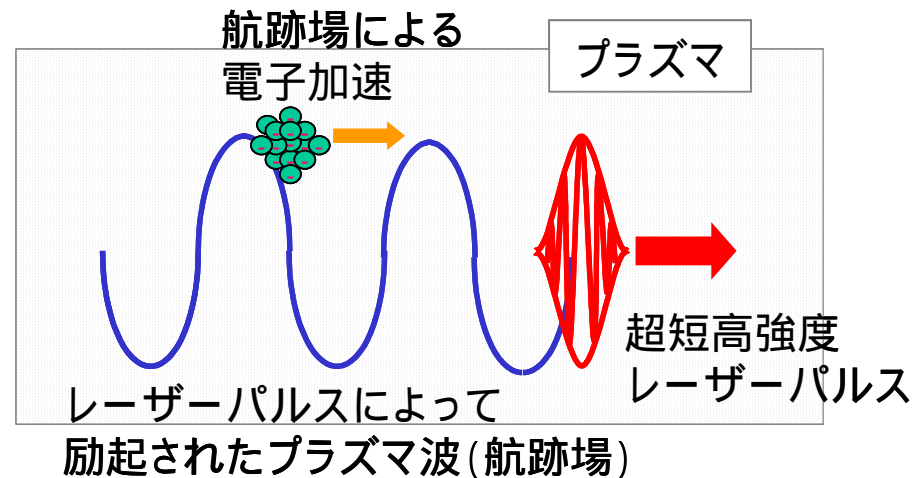
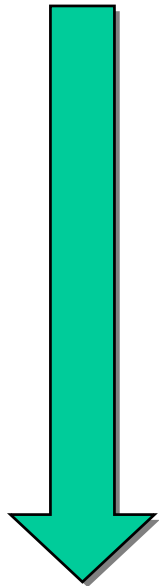


# レーザープラズマカソード

出力が TW ( $10^{12}W$ )、パルス幅が fs ( $10^{-15}$ 秒) という超短高強度のレーザーパルスをプラズマ中に集光することで、高周波 ( $\sim 10THz$ )・高電場 ( $\sim 100GV/m$ ) のプラズマ波 (航跡場) を生成。



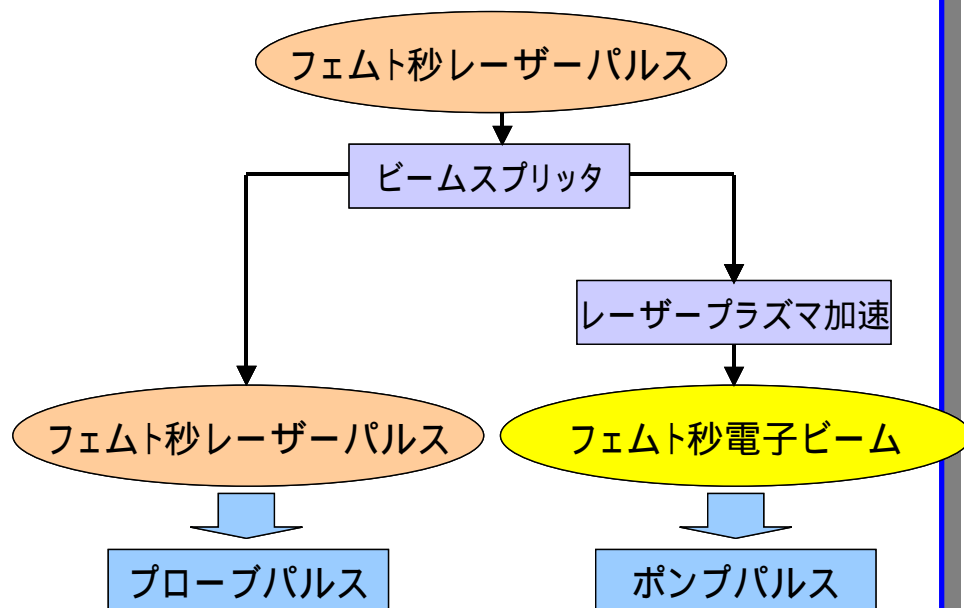
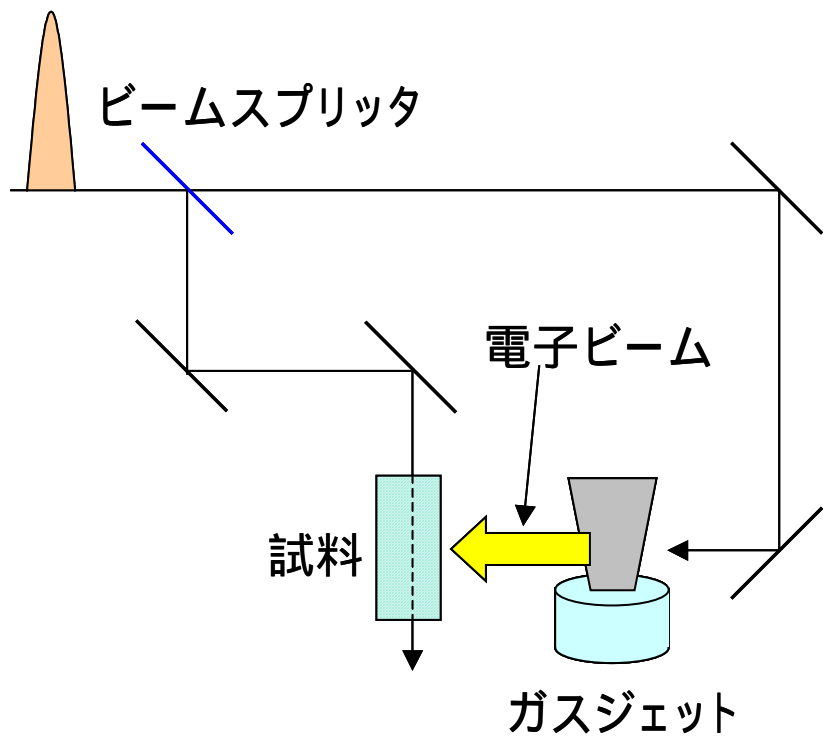
従来の線形加速器 (数GHz、100MV/m) と比べて

- ◆高周波 フェムト秒のバンチ長を持つ、極短電子ビームの生成が可能
- ◆高電場 加速装置をコンパクト (1/1000程度) にすることが可能

# 応用例

放射線化学の分野で広く用いられているパルスラジオリシス法では、電子ビームとレーザーパルスを用いて超高速過渡現象の時間分解測定を行っている。現在時間分解能はピコ秒( $10^{12}$ 秒)からサブピコ秒( $10^{13}$ 秒)程度だが、フェムト秒の電子ビームとレーザーパルスを使うことで、フェムト秒の時間分解能を持つ高精度のパルスラジオリシスが可能になる。

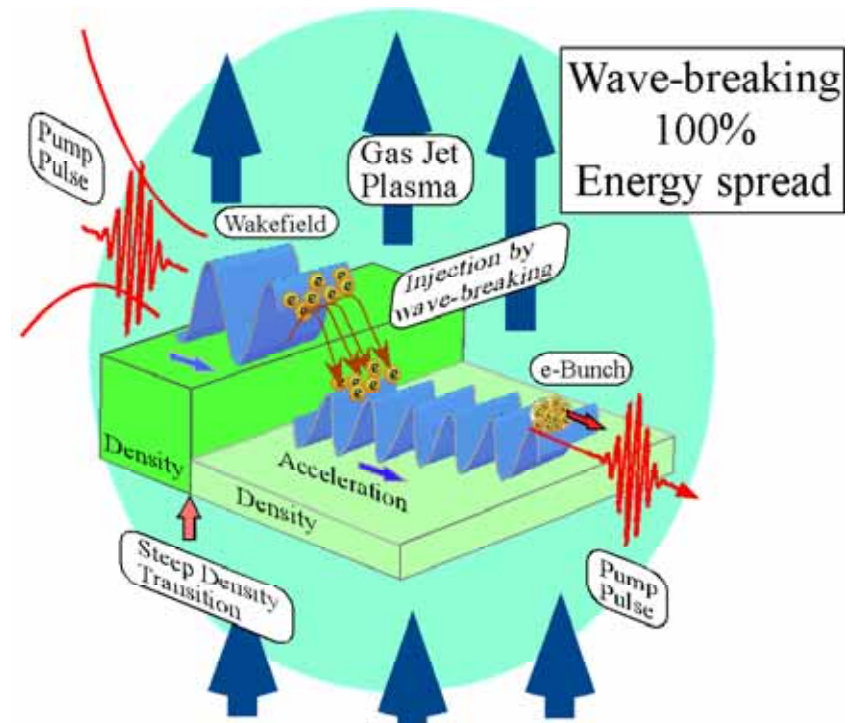
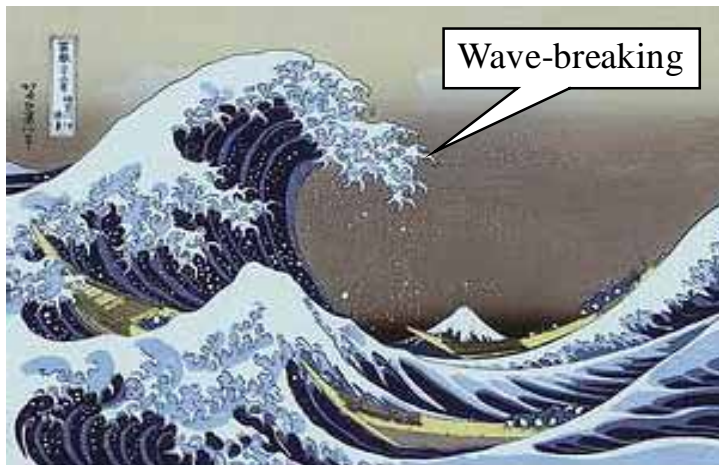
## TWフェムト秒レーザーパルス



# プラズマカソードの原理

加速電場の生成: TWレーザーをプラズマ中に集光してプラズマ波を励起

電子入射: 波の破壊を利用した、プラズマ中の電子の自己入射



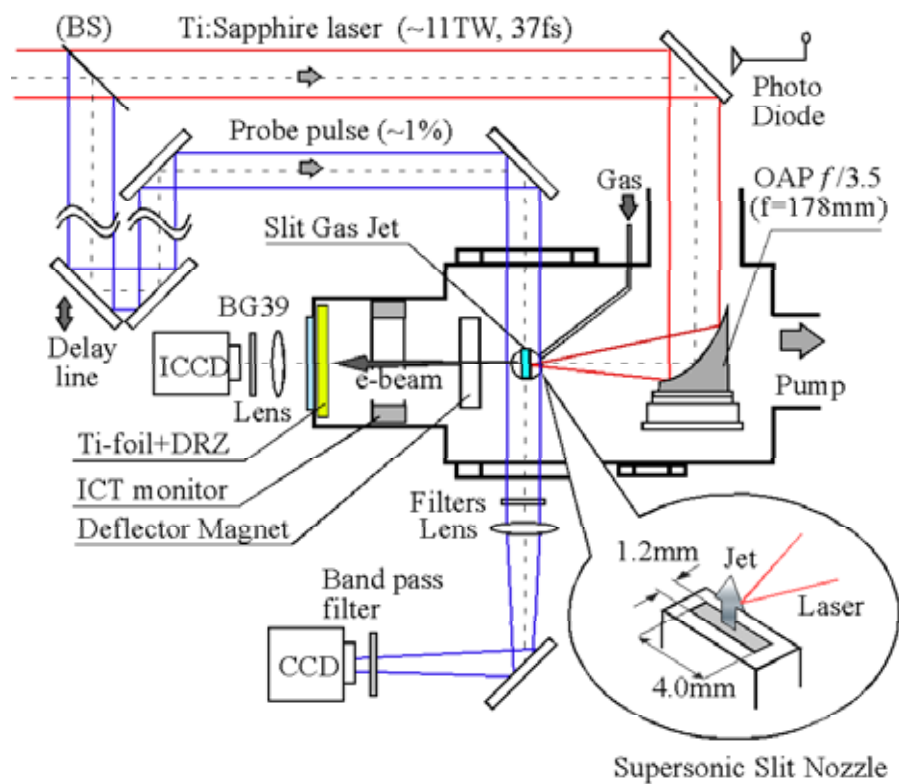
Reference : S.V.Bulanov, et al, Phys.Rev.E. 58, R5257

## 波の破壊:

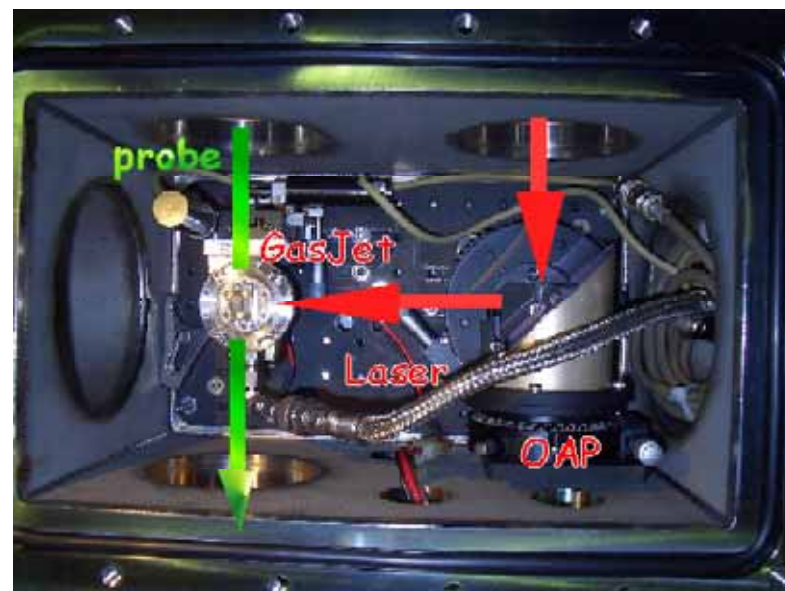
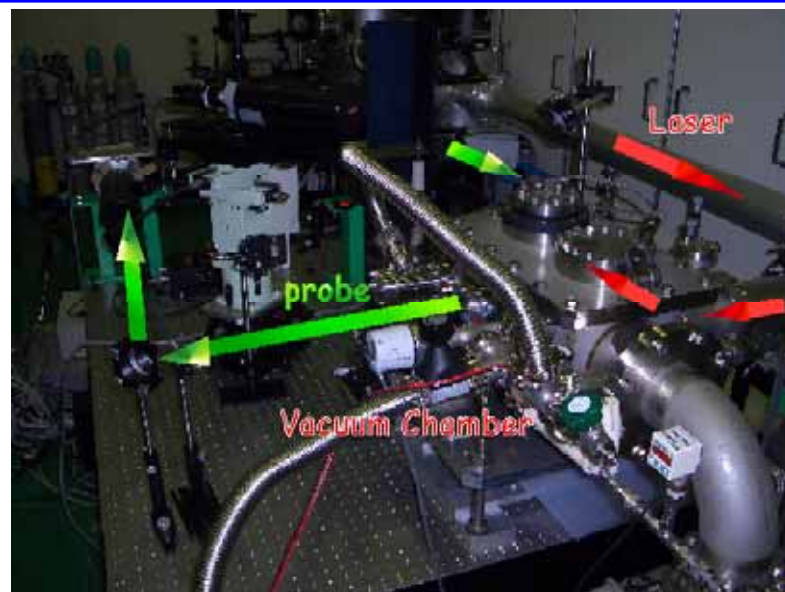
波の振幅が大きくなると波が破壊して、水しぶき (= 電子に相当) が飛び出る。

波の破壊によって飛び出た電子がプラズマ波に入射され、加速される。

# 実験装置



実験体系図



実験体系の写真(上)と  
真空チャンバ内の体系の写真(下)

# 最近の研究成果

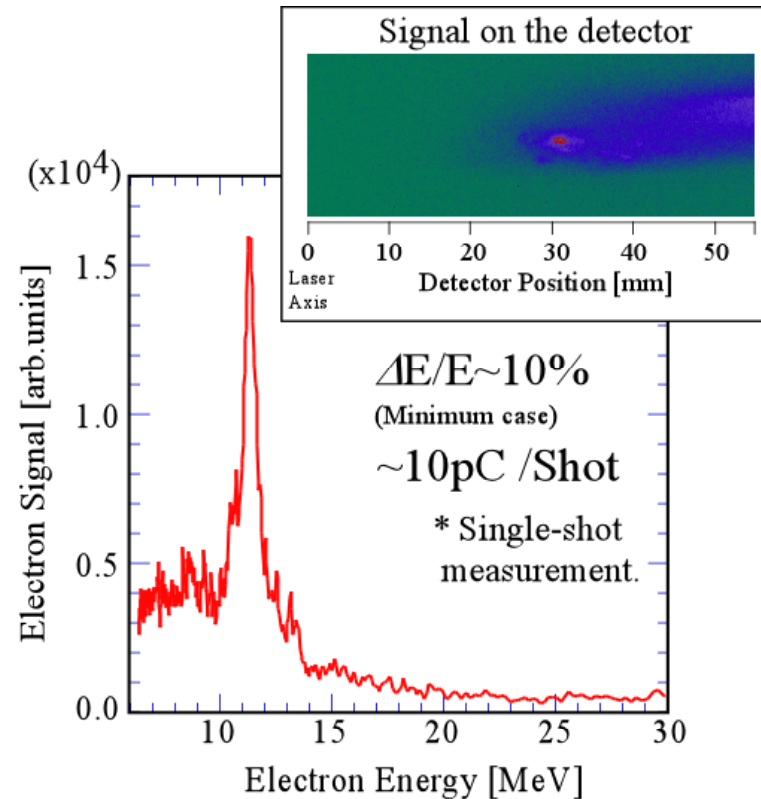
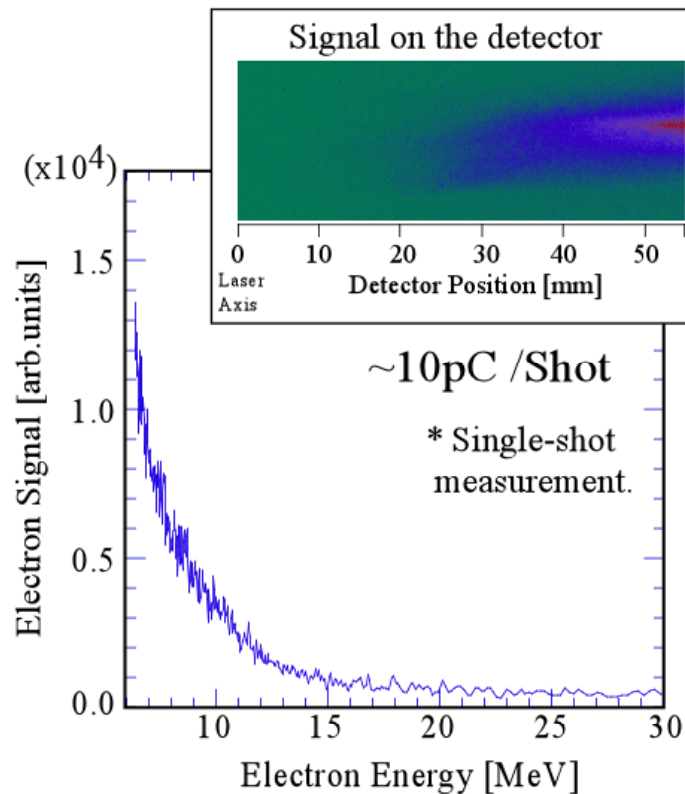
## ◆ 準単色の電子ビーム生成

現在プラズマカソードから生成される電子ビームのエネルギー分布はマクスウェル分布(エネルギー分散100%)だが、プラズマの条件が最適化されると、準単色の電子ビームが生成されることが実験で観測された。

## ◆ フェムト秒電子バンチ計測

レーザープラズマカソードから生成されるフェムト秒電子バンチ長を実験的に実証するため、コヒーレント遷移放射光のスペクトル解析によって電子バンチ長を計測し、130-250fsのバンチ長を確認した。まだ電子ビーム生成が不安定であるものの、従来の線形加速器での電子バンチ長の最短値240fsを上回る極短バンチの生成が可能であることを実証した。

# 準単色の電子ビーム生成



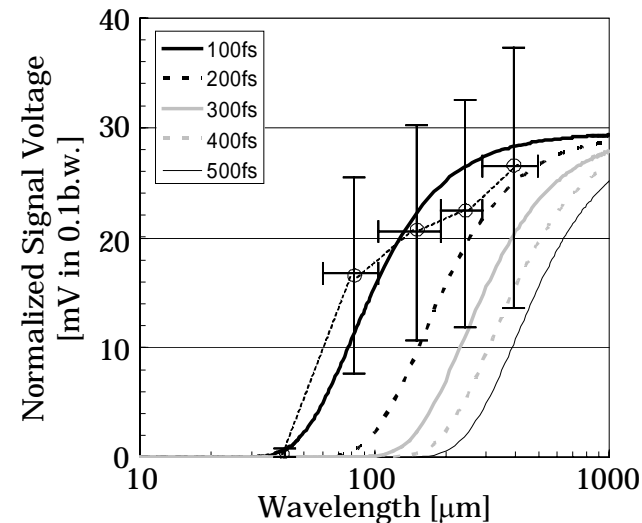
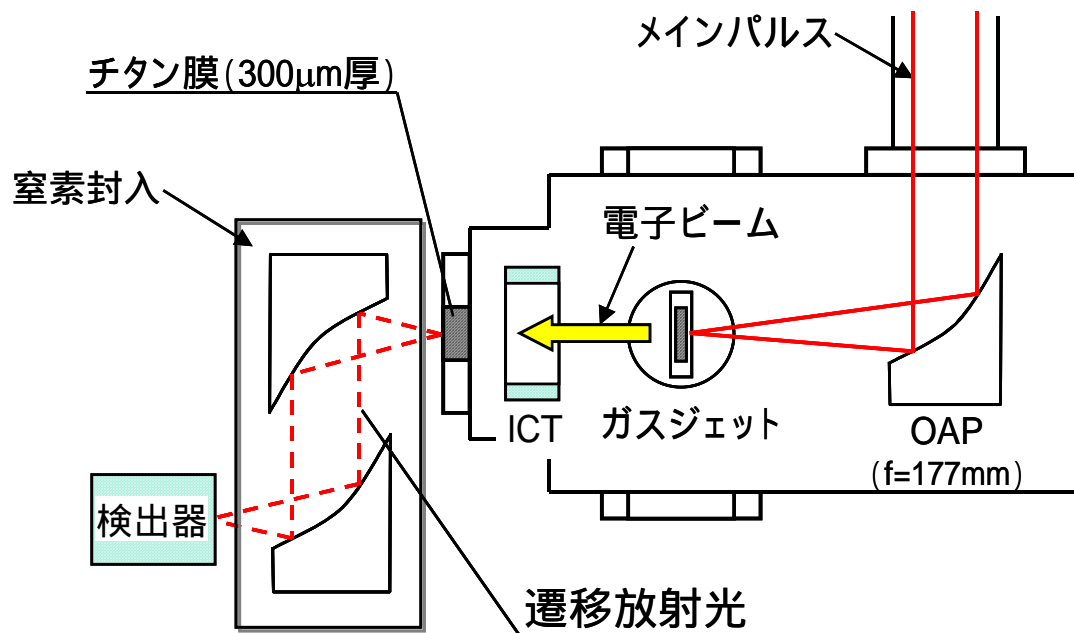
## 電子のエネルギースペクトル

通常は左のようにマクスウェル分布(エネルギー分散 100%)。  
レーザーのプレパルスやプラズマの条件が最適化されることで、  
右のように準単色(エネルギー分散 10%)の電子ビームが生成された。

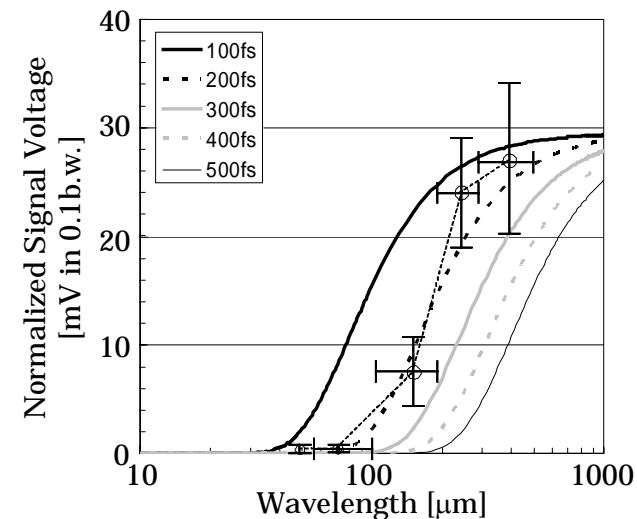
# フェムト秒電子バンチ長計測

電子ビームが金属膜を通過する際に放出される遷移放射光の強度スペクトルを取得し、スペクトル解析によって電子バンチ長を決定する。

実験で得られた強度スペクトル(右図)より、130-250fsの電子バンチ長を計測した。



➡ バンチ長 130fs(FWHM)



➡ バンチ長 250fs(FWHM)