

レーザーパルス蓄積共振器と フィードバック技術開発

高橋 徹
広島大学

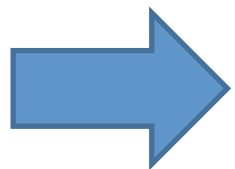
2013年8月19日
第2回全体会合

報告概要

- 概要
- 現状と課題
- 新プロジェクトの体制と目標
 - H25年度計画

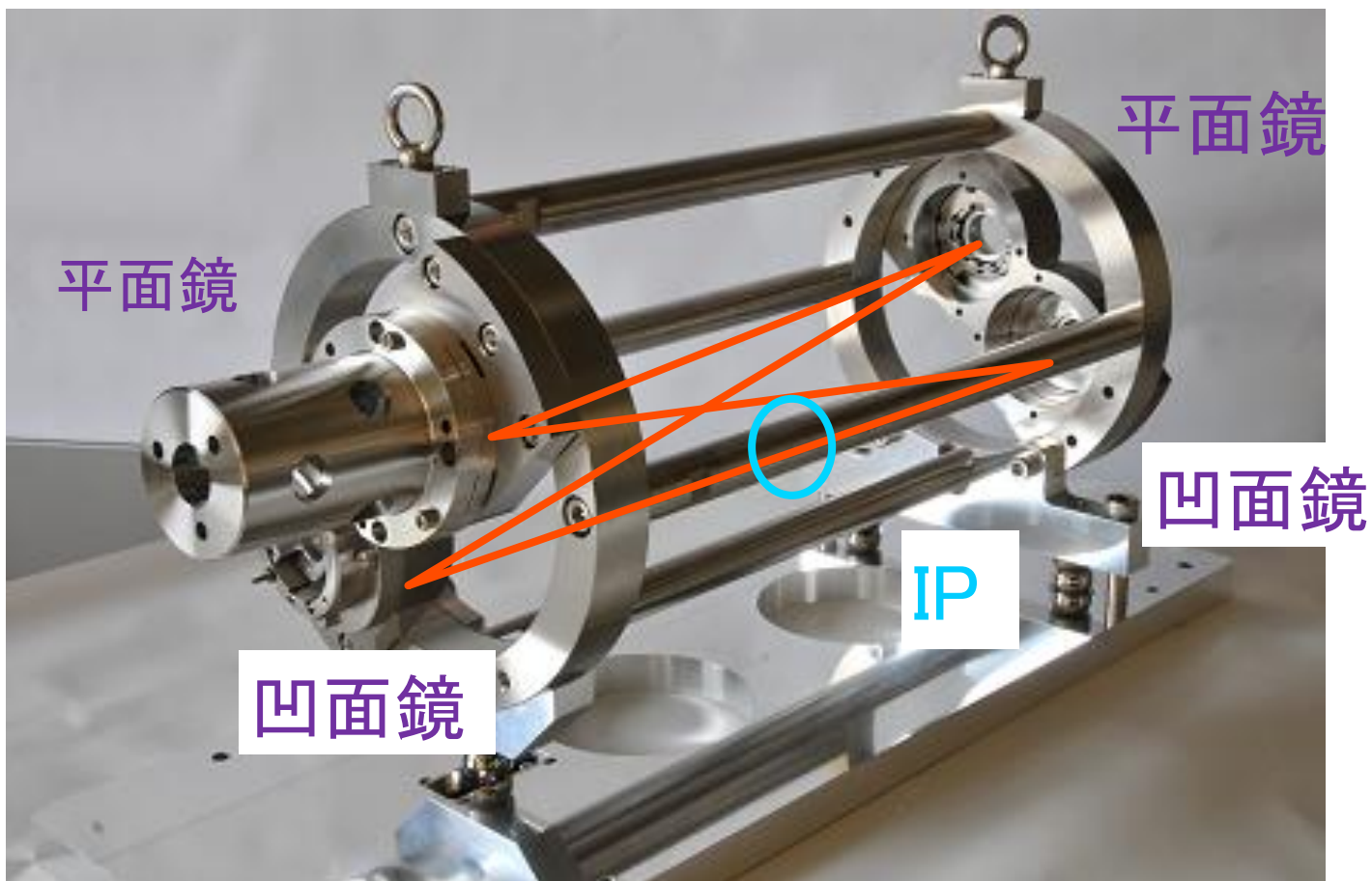
概要

- 量子ビーム(2008~2012)によるレーザー蓄積共振器開発
 - 3次元4鏡共振器を用いたレーザーパルス蓄積
 - 新しいフィードバック技術の組み込み
 - KEK-ATFにおける光子生成
- 課題
 - 共振器内レーザープロファイル
 - 高強度蓄積
- 案
 - 共振器構造の改善
 - 光反射率, 高耐強度ミラーの組み込み
 - フィードバック技術の高度化



数十倍の蓄積率と数百倍の蓄積強度
(1200倍, 2.6kW → 数万倍, 1MW)

広島大—KEKによる3次元4鏡共振器



ATFの様子

KEK-広島
2011設置

LAL-Orsay
2010年設置

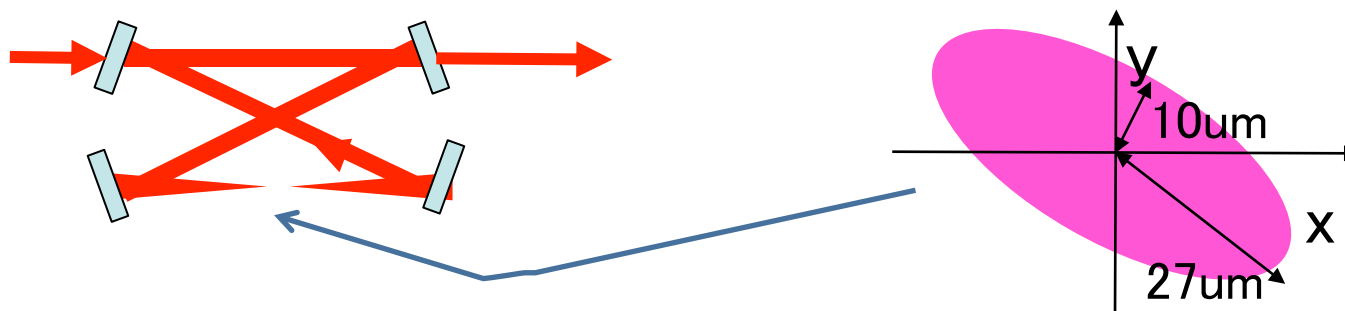


これまでの状況

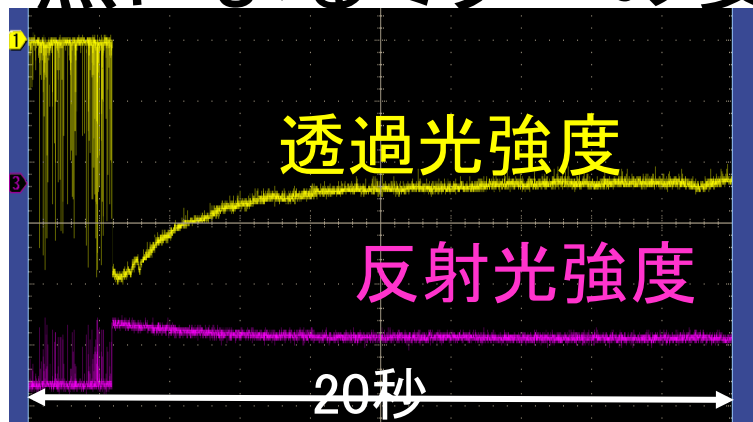
- レーザー共振器制御
 - 円偏光特性を利用した新方式
 - 円偏光レーザーの蓄積, 偏向の高速切り替え
 - デジタルフィードバック
- レーザー蓄積
 - 増大率1200
 - 蓄積強度 2.6kW 揺らぎ 35W
- ガンマ線生成
 - $2.6 \times 10^8 / \text{s}$

課題

- レーザー・電子衝突点でのレーザー形状
 - 設計 円, 実測 楕円
 - 調整機構の改良
 - 計算, 実測の定量的比較



- 熱によるミラーの変形



目標と取り組み

- 目標

- 増大率数万倍

- フィードバックシステムの高精度化
 - 高速化
 - デジタルフィードバックシステムの導入

- 蓄積強度 1MW

- 低損失・高耐強度ミラー
 - 共振器の大型化
 - レーザー光学系とのマッチング

今の課題

- 共振器の理解
 - プロファイルの計算
 - transfer matrix
 - ray tracing
 - 高耐強度ミラー
 - デジタルフィードバック

H25年度

(8月22日レーザーグループキックオフミーティング)

- 基本設計の理解と改良
 - 鏡の配置とレーザー伝搬
 - 計算と実測の比較検討
- 低損失・高耐強度ミラー試験 KEK—天文台—広島
 - ミラーの特性評価と対応
 - ミラーの取り扱い設備の設置
- 新共振器製作
 - フィードバックテストベンチの構築
 - 高フィネス対応フィードバックシステムの検討
 - デジタルシステム検討

広島
—KEK

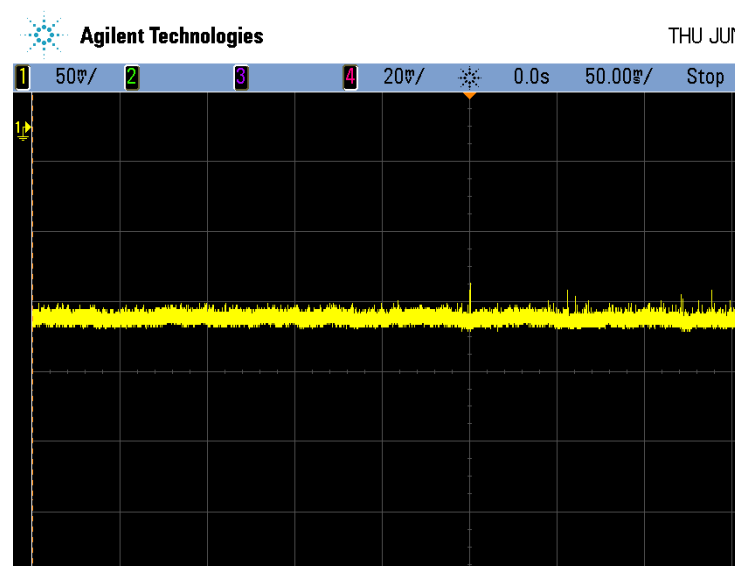
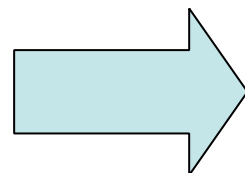
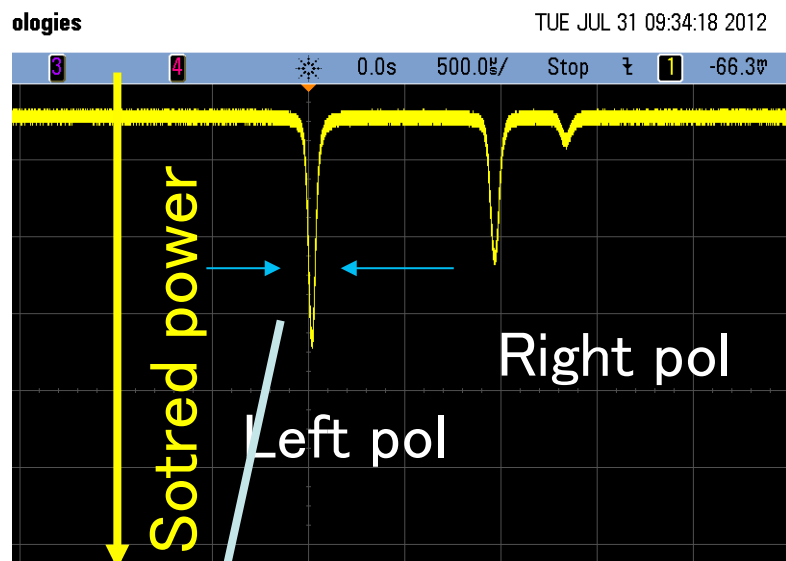
KEK—天文台—広島

広島
—KEK

体制

- フィードバックシステム, ガンマ線生成
 - 広島大, KEK
- 低損失, 耐高強度ミラー
 - KEK, 天文台, 広島,
- レーザー全般
 - 広島—KEK—早稲田大—LAL—天文台

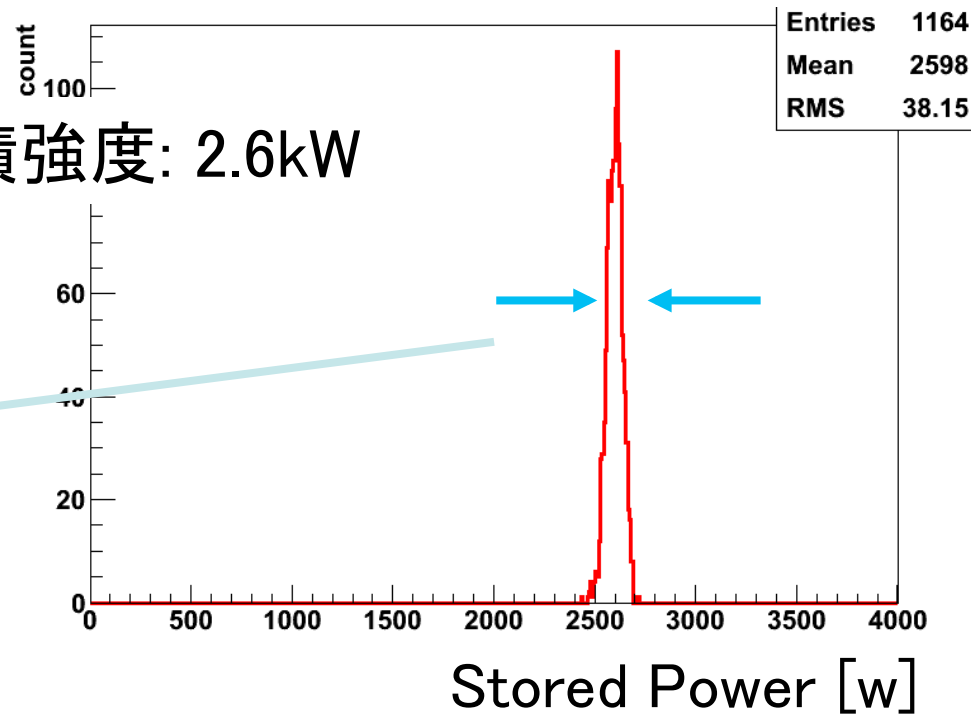
レーザーパルス蓄積結果



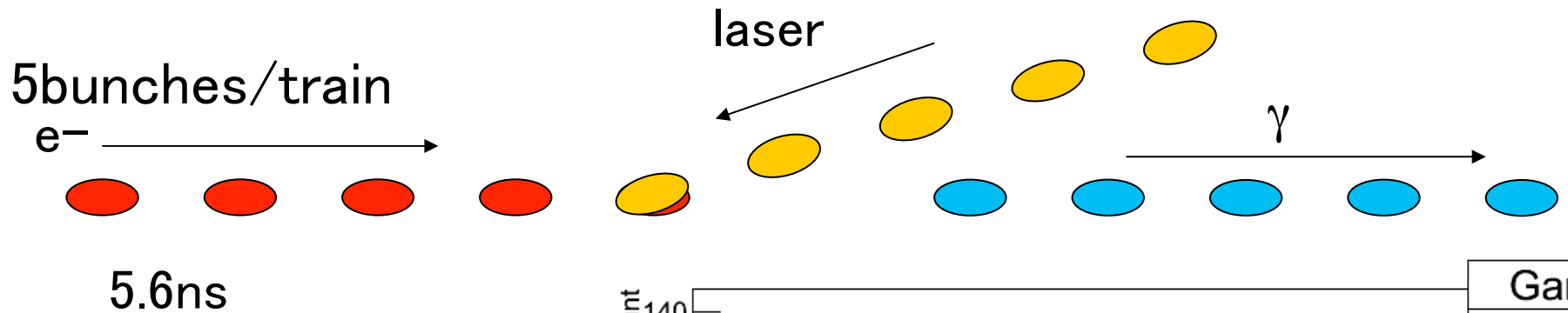
共振幅 \rightarrow 制御への要求
 $\Delta L \ll 110\text{pm}$

達成精度
 $\Delta L \ll 8\text{pm}$

蓄積強度: 2.6kW

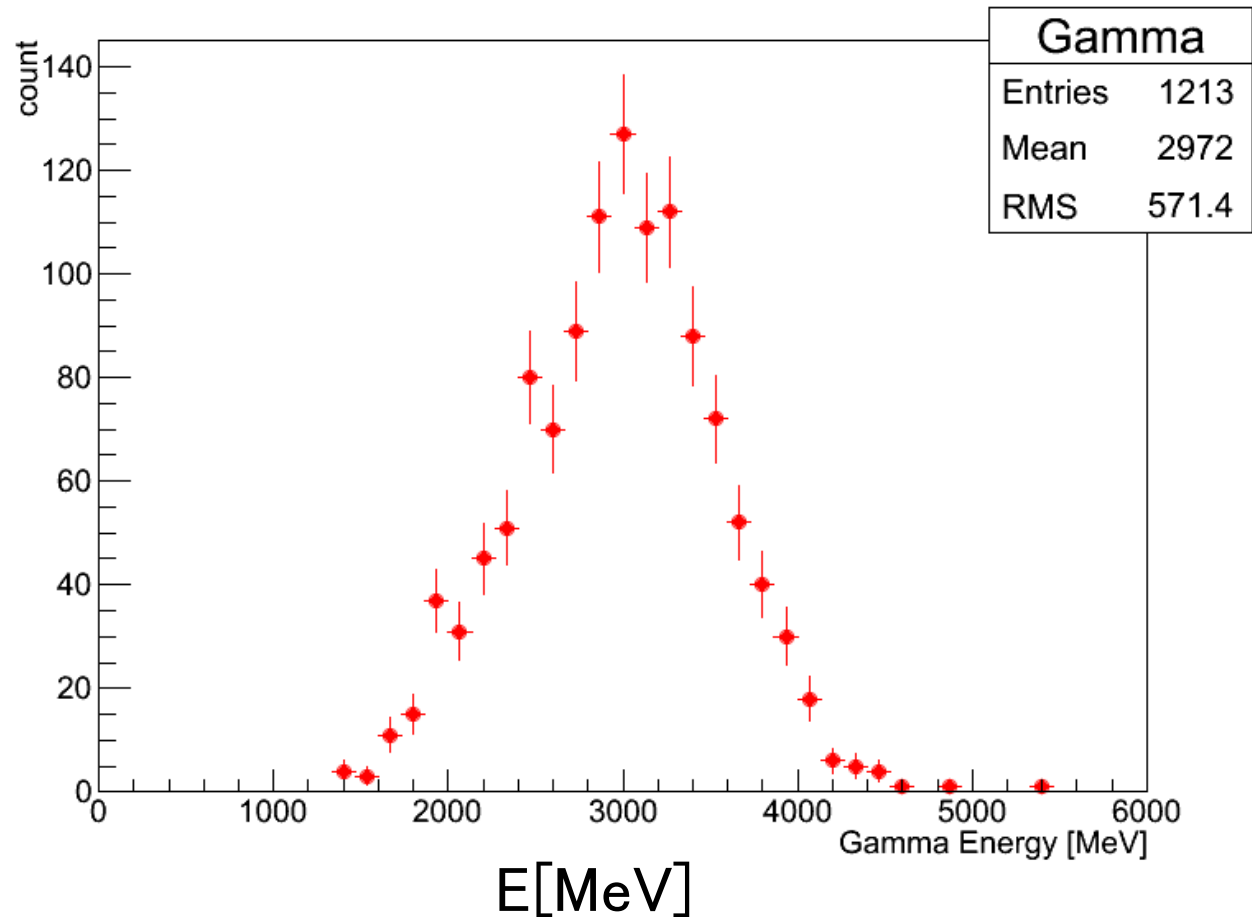


ガンマ線生成

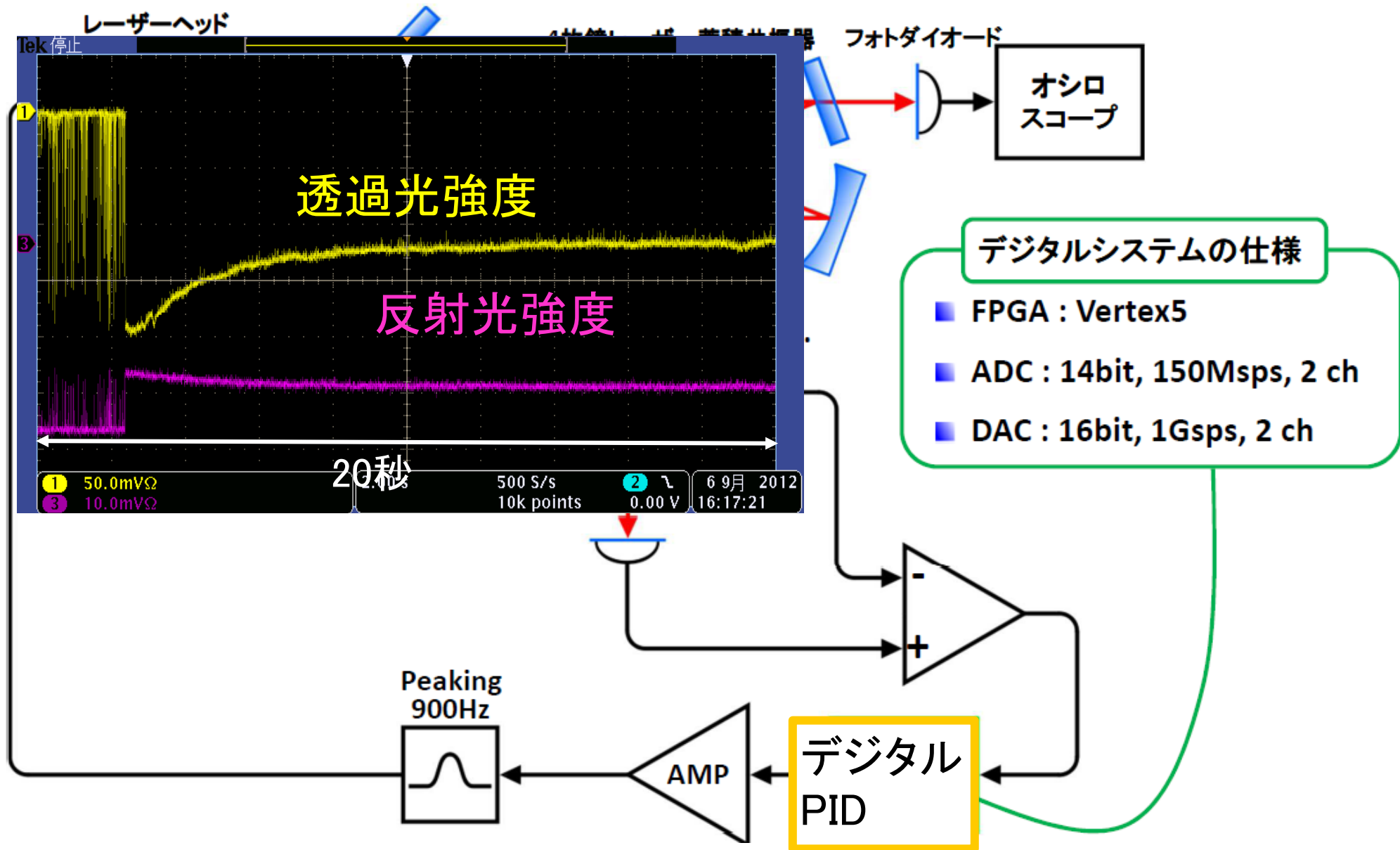


2970 ± 20 MeV
 $\Rightarrow \sim 120 \gamma$ s / train

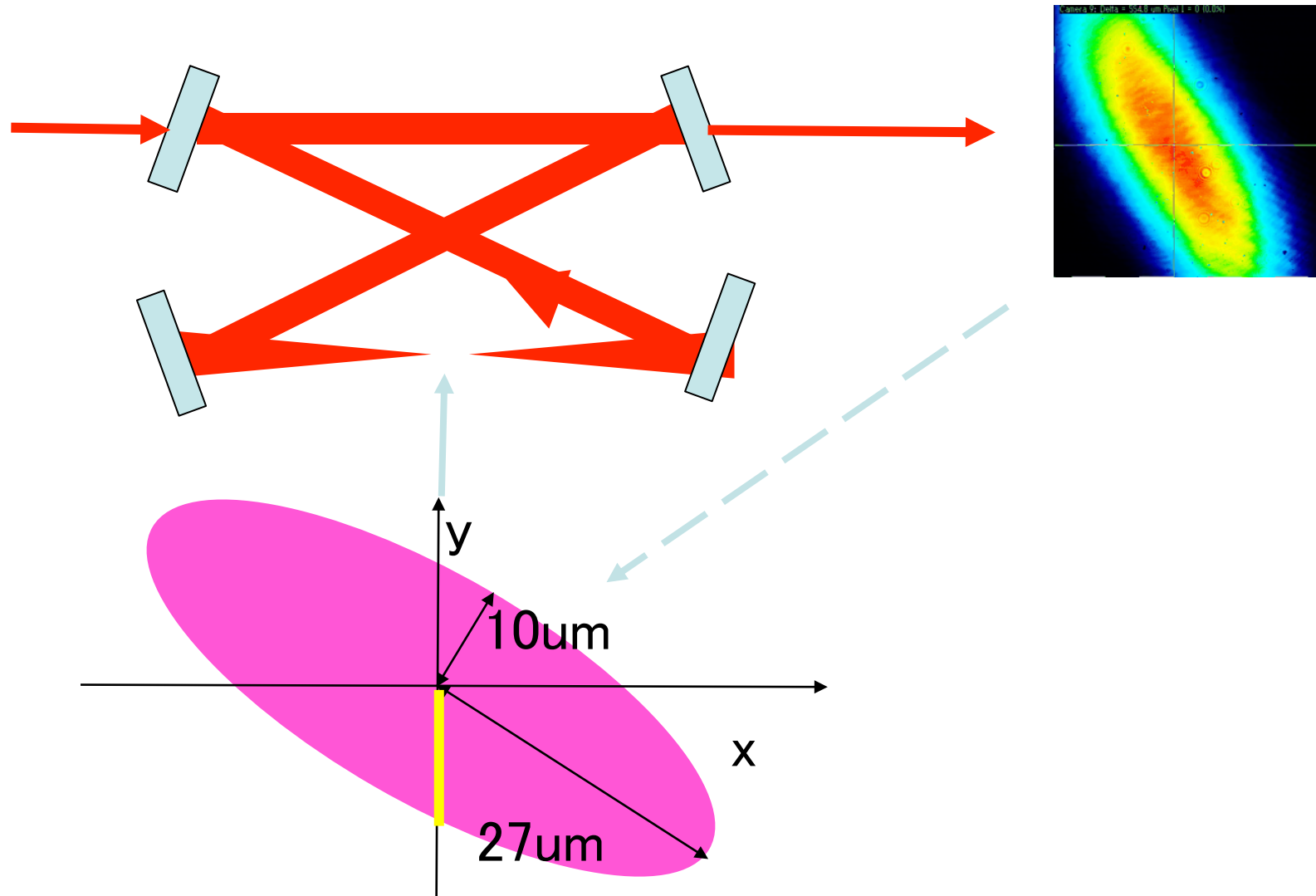
ATF 2.16 MHz
 $\sim 2.6 \times 10^8$ /sec



デジタルフィードバックシステム

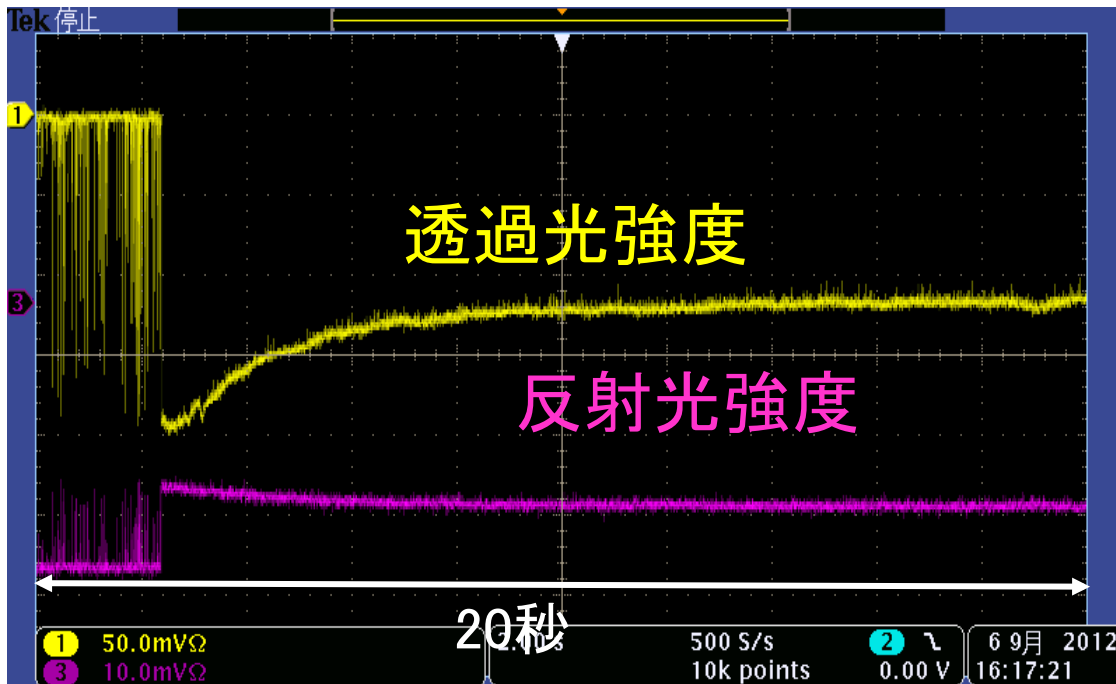


衝突点におけるレーザーの形状



設計状は円形, ,

課題： 鏡上の熱吸収



・強度の低下

鏡におけるレーザーの吸収が(予想外に)大きいことによる
鏡の熱変形と推定