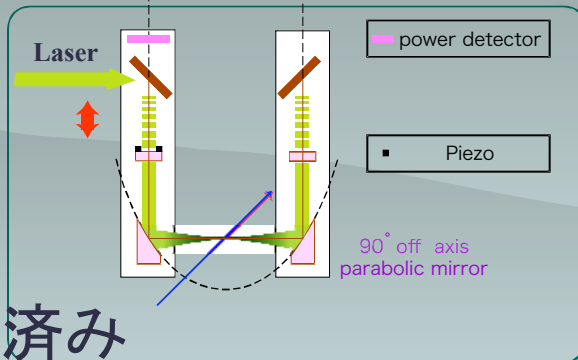
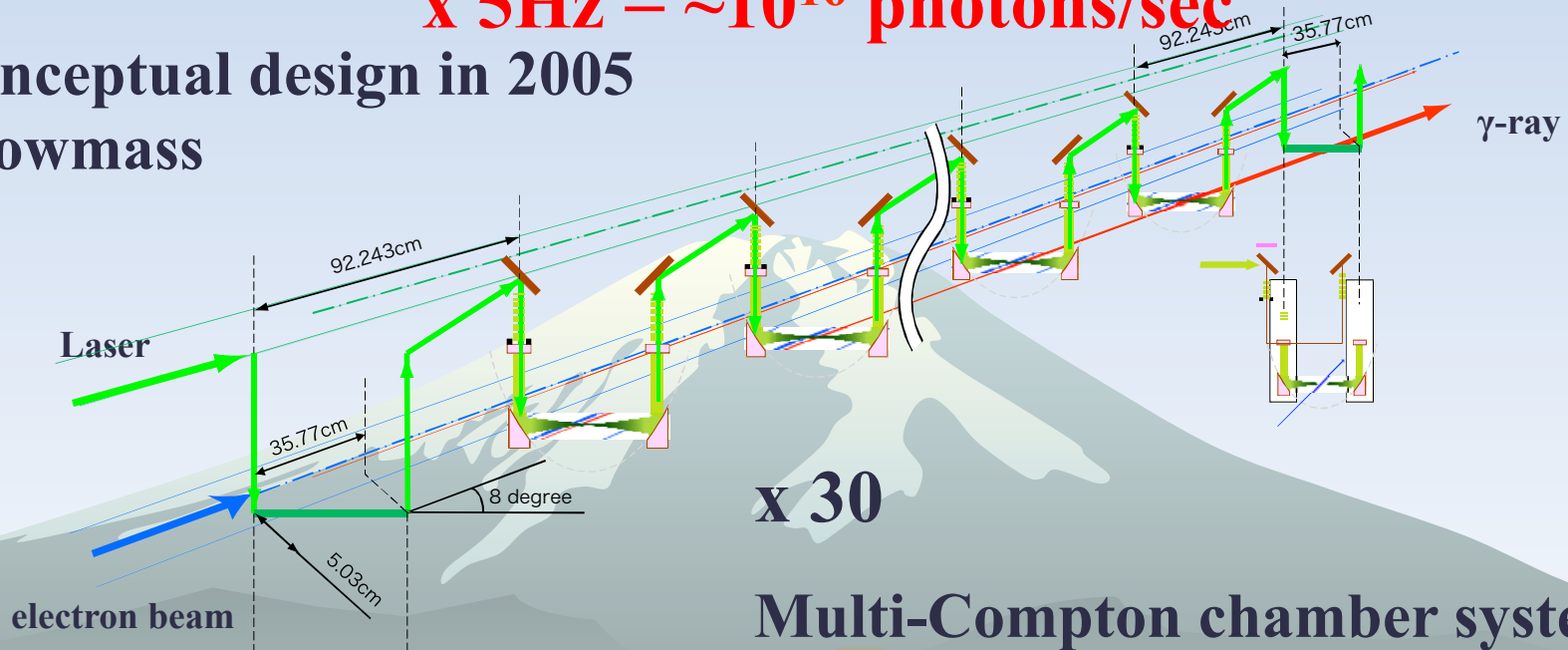


ILC 偏極陽電子源

$\sim 10^{12}$ photons with 6.16ns spacing x ~ 3000 bunches
x 5Hz = $\sim 10^{16}$ photons/sec

Conceptual design in 2005
Snowmass



Good progress
under R&D

x 5 at present

Junji Urakawa
KILC12, Daegu, Korea
GDE Source, 30min.

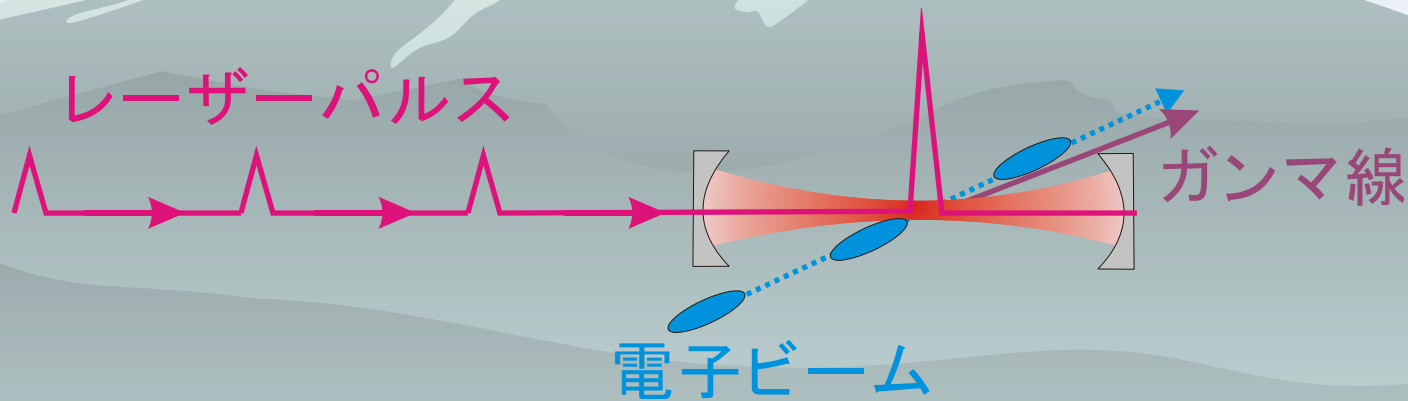
原理検証済み

M. Fukuda *et al.* Physical Review Letter, 91, 164801(2003)

T. Omori *et al.* Physical Review Letter, 96, 114801(2006)

概要

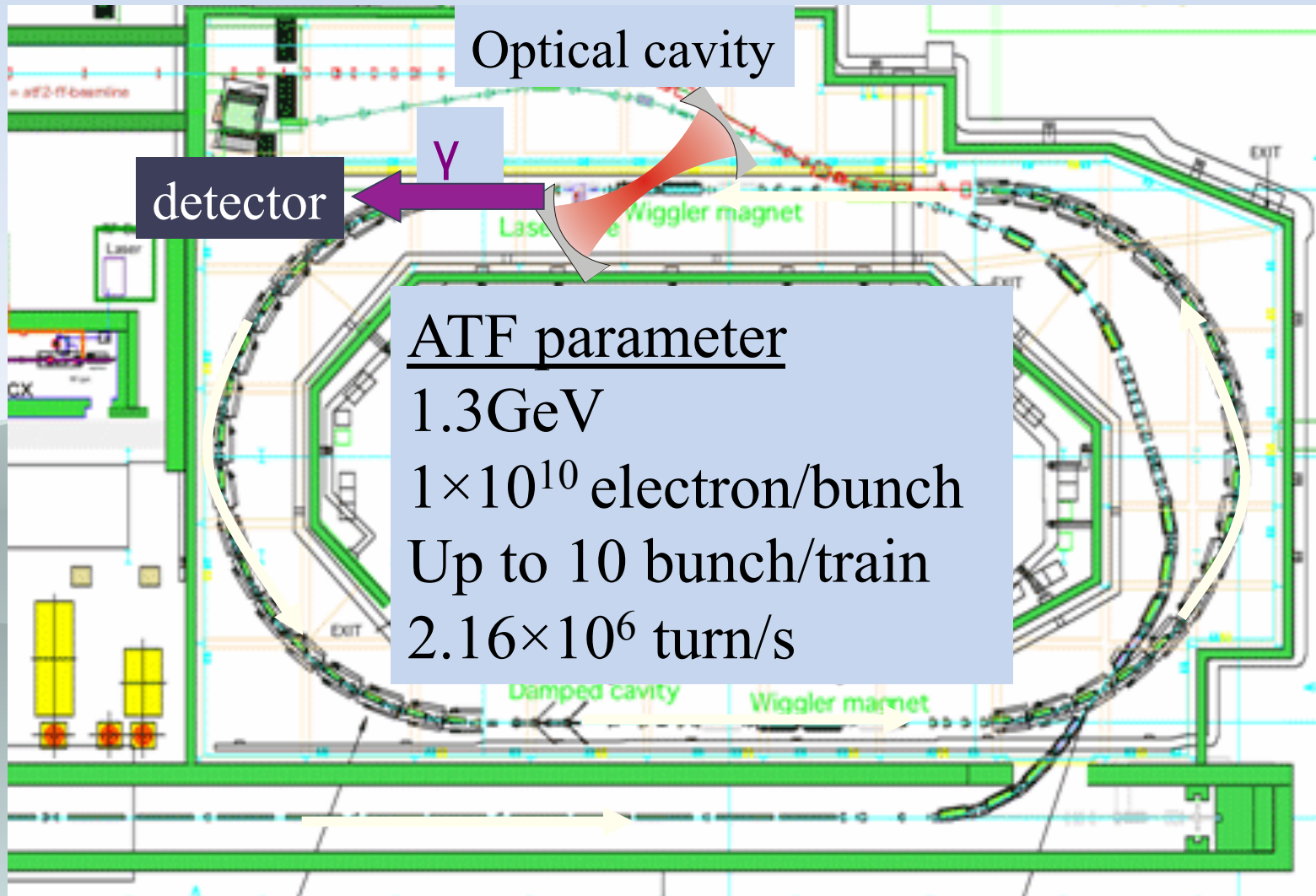
電子ビーム(200~600MeV)による逆コンプトン散乱(ICS)。
サブMeVから~7MeV範囲のTunable高輝度ガンマ線生成。
この為に波長1 μm のパルスレーザー蓄積共振器開発。
目標は数MW平均パワーと安定な10 μm (s) waist sizeを光共振器内に安定に実現することである。
レーザー蓄積装置開発の詳細な報告:
「次世代レーザーコンプトン散乱ガンマ線とその応用」
(ISSN 1342-3185, IAE-RR-2013 No.101, pp.128-141)
本講演: 開発状況と問題点、今後の開発計画。



ATF Damping Ring: 1.3GeV, 10 μm Electron beam
10W mode-lock laser Oscillator, 357MHz- \rightarrow av.24MeV γ generation

γ -ray generation based on ICS with 3D Optical Cavities

Experiments at the KEK ATF



4 mirror cavities are at the ATF

KEK-Hiroshima
installed 2011

relatively simple control system
employs new feed back scheme

LAL-Orsay

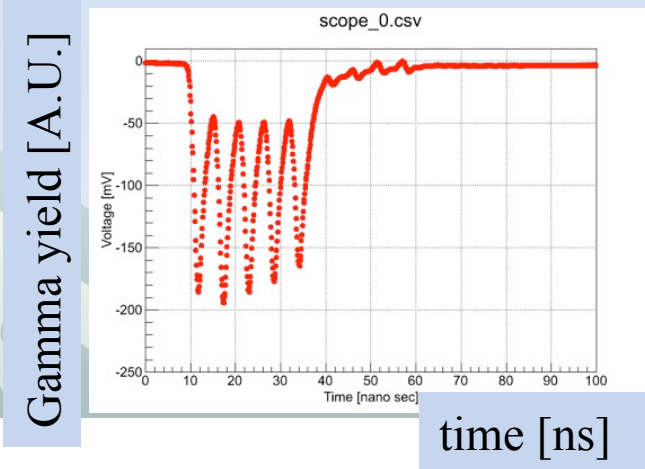
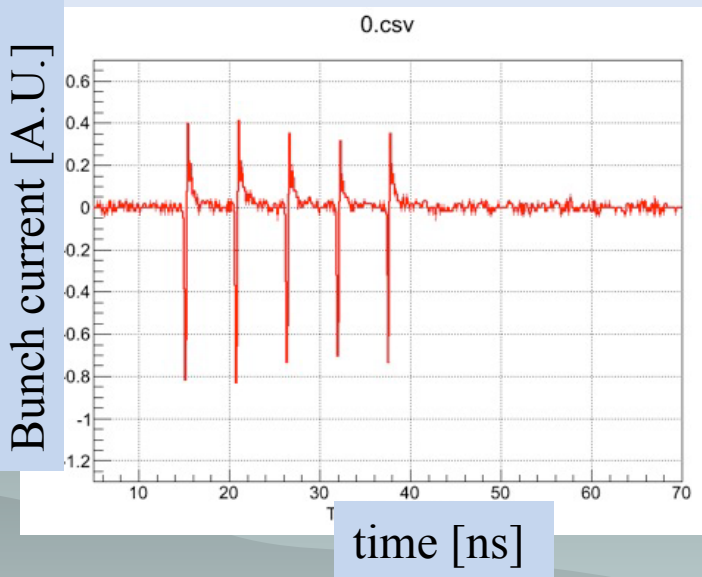
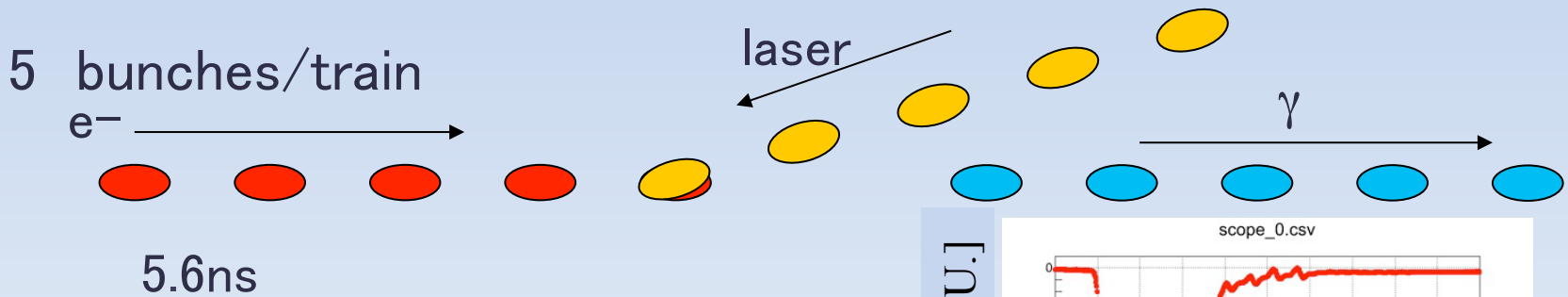
installed summer 2010

sophisticated control
digital PDH feedback

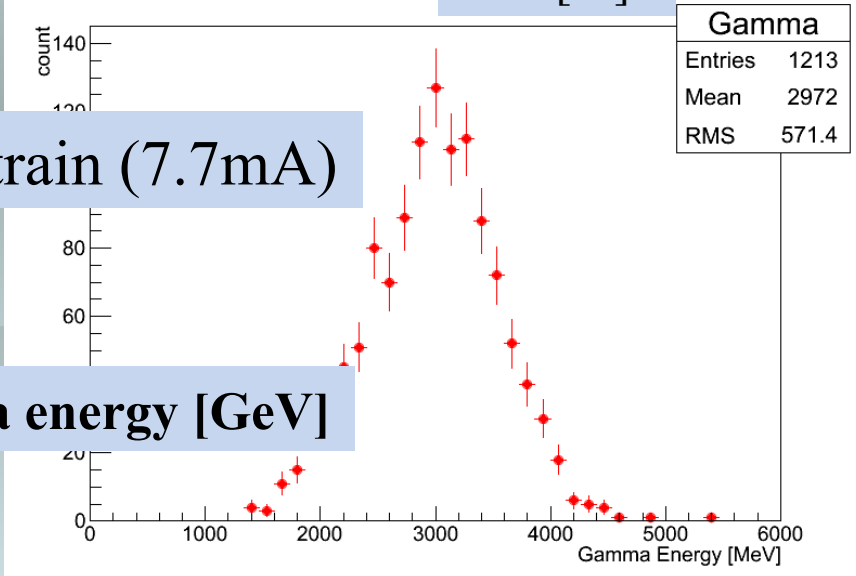


2013年、再インストール。
LALでのレーザー再調整
によって、80kW蓄積及び
100% Coupling確認。
現在、ATFで30kW蓄積。
コンプトンガンマ生成12月
から開始予定。

γ -ray Generation



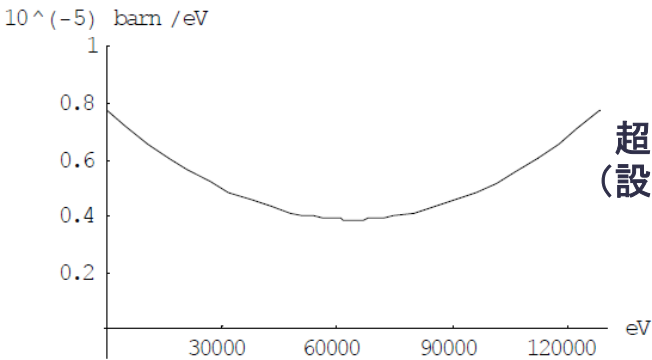
5 bunch/train (7.7mA)



2970 ± 20 MeV
 $\Rightarrow \sim 120 \gamma$ s / train
 ATF 2.16MHz
 $\sim 2.6 \times 10^8$ /sec

コンパクトERLにおけるガンマ線生成実証実験

コンパクトERLに機器を追加して、レーザーコンプトンγ線の発生と利用の実証実験を行う。(in 2015) X-ray生成



超伝導空洞
(設置調整中)

35MeVから60MeV
Second phase of
cERL plan in ~2018?

電子銃
500kV DC

LCS実験設備

Detector facility for
Gamma-ray detection

LCS-ガンマ線発生装置(光・量子
融合連携の小型高輝度X線源イ
メージング基盤技術開発で開発)

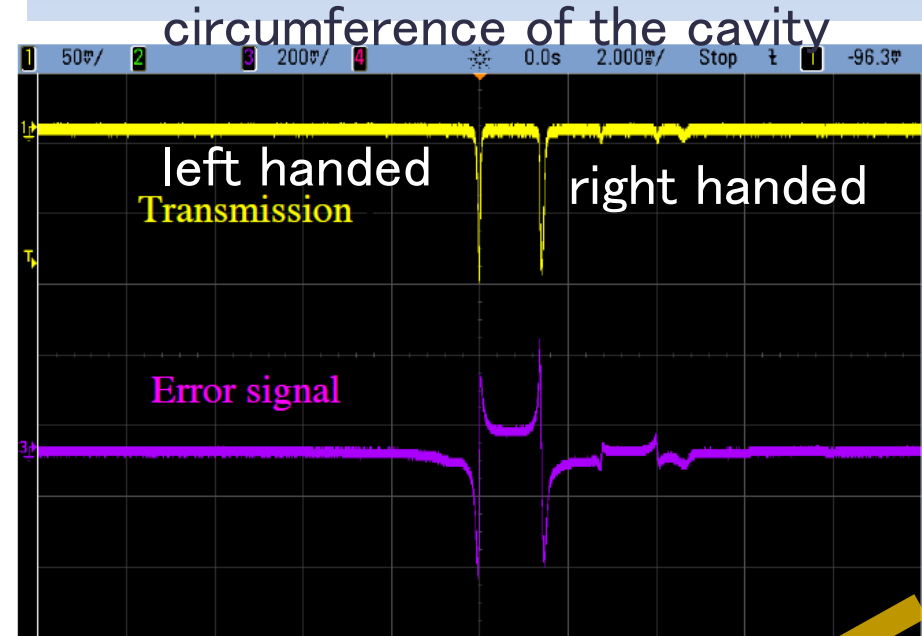
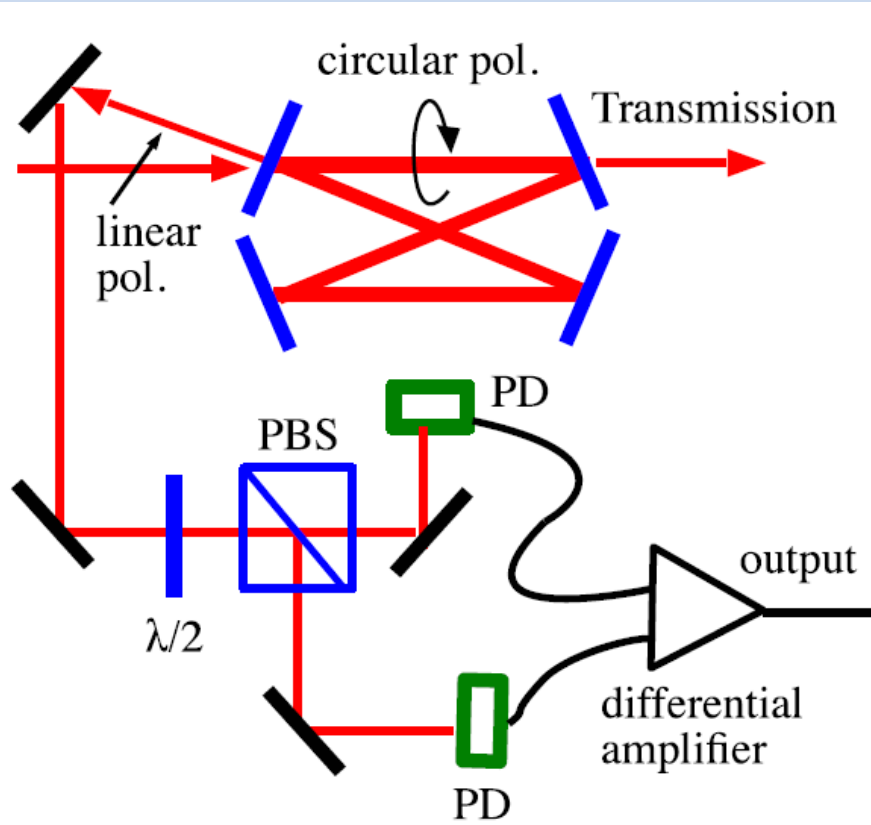
Four mirror optical
cavity for Gamma-ray
generation

60MeV Electron Beam, 532nm (green laser)
1.3GHz collision, X-ray 130keV
Number of photons per 1% width
 5×10^{13} photons/sec
 $130\text{keV} \times 5 \times 10^{13} = 1.04\text{J/s}$
330 kGy (X-ray size 0.2mm diameter)

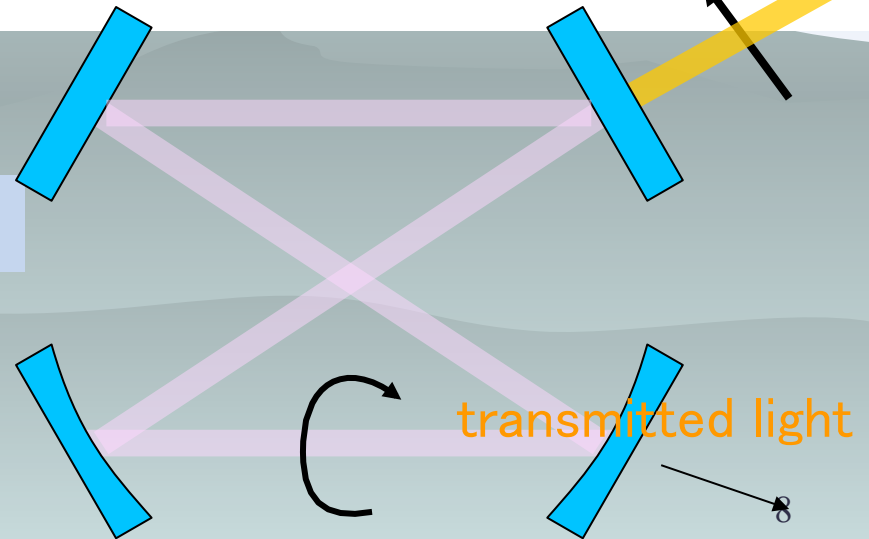
Illustration by Rey Hori

光共振器の共鳴制御

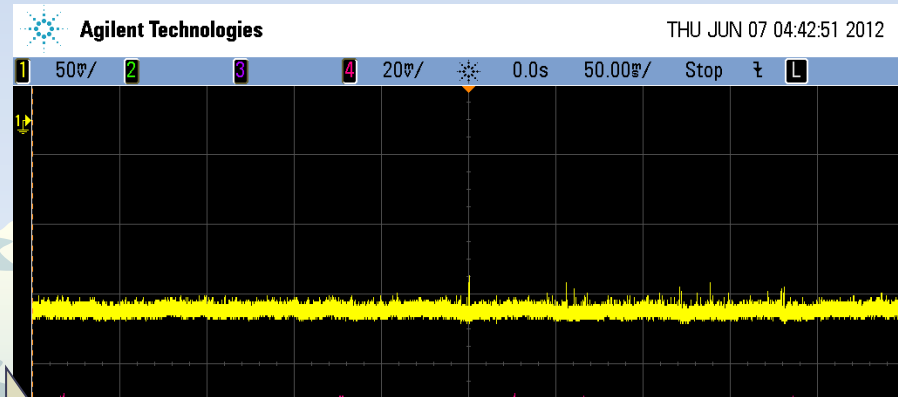
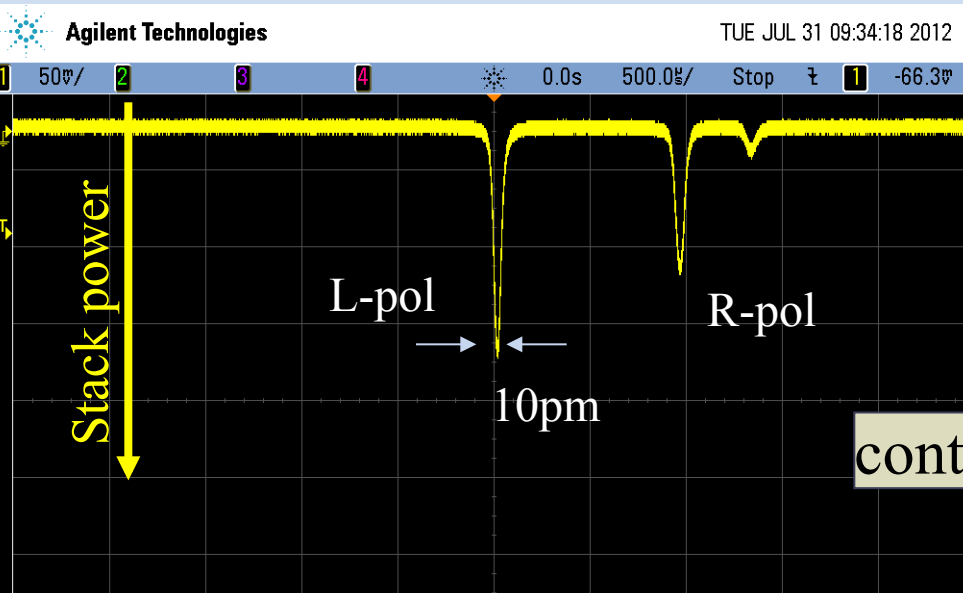
3D-4M Cavityの偏極特性を利用した制御



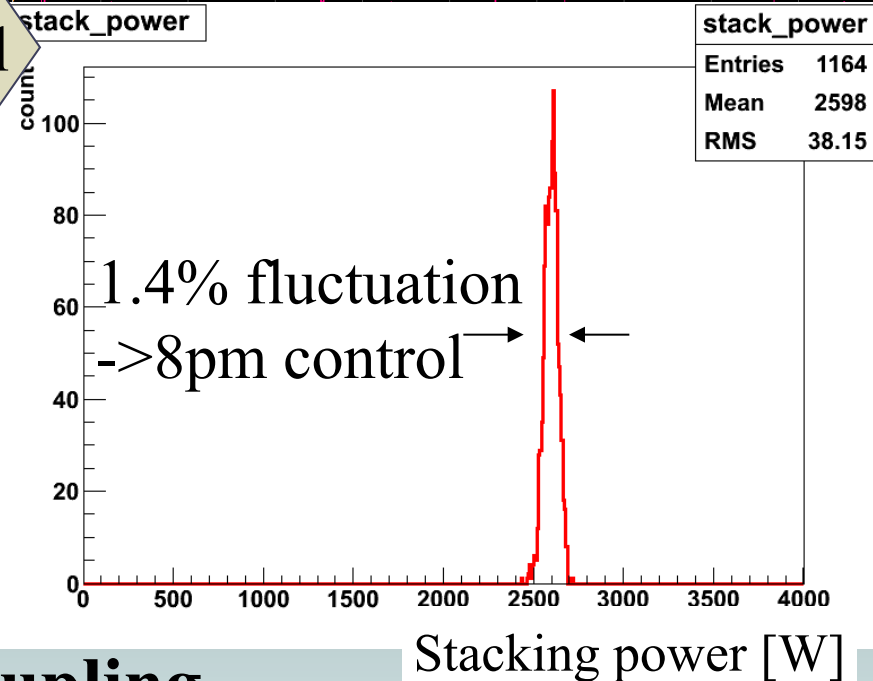
Different slope in left and right pol.



Cavity control



control



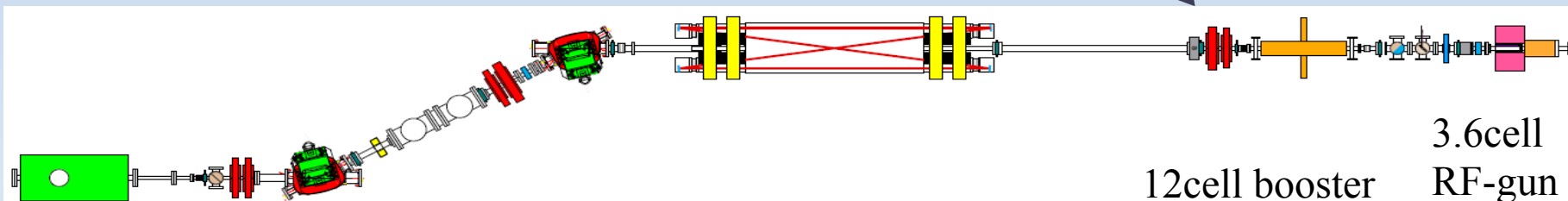
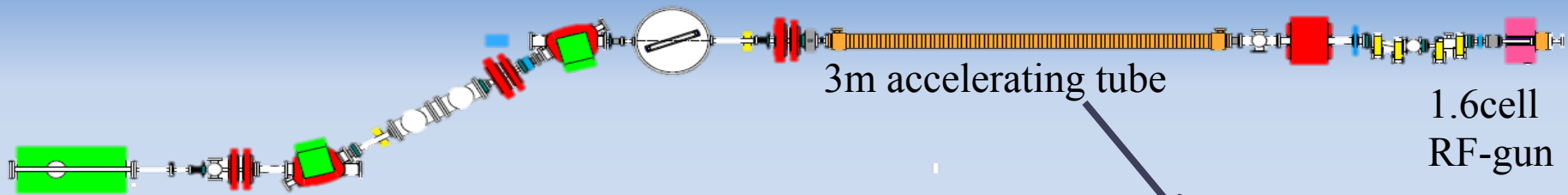
Laser power = 2.6kW

Timing jitter = 8ps

Enhancement 1230

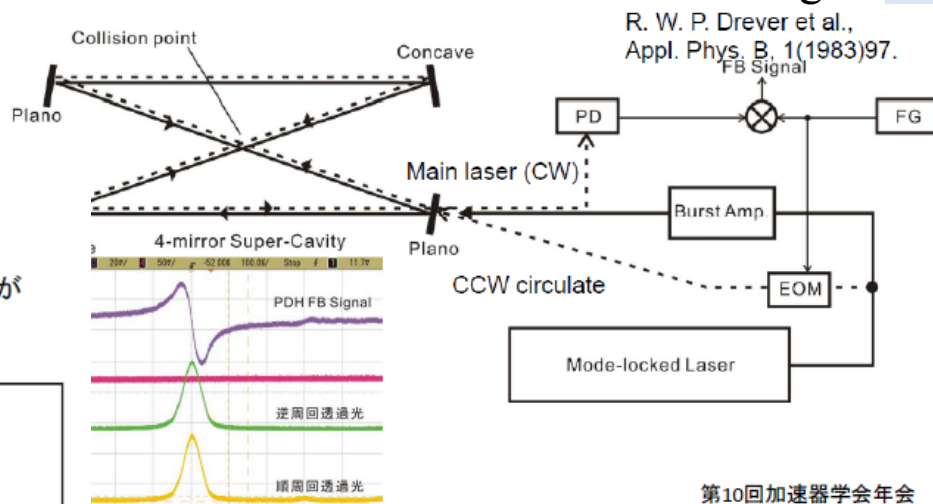
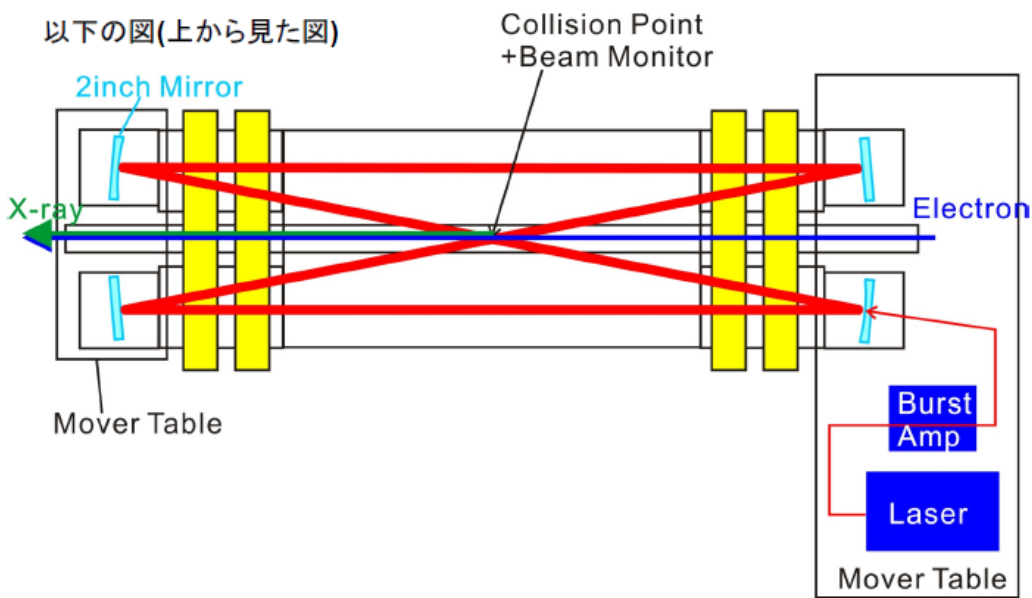
due to mirror

contamination and injection coupling.



Cavity Design

前述の衝突角度問題+4枚ミラーCavityという境界条件の下良さそうな設計が以下の図(上から見た図)



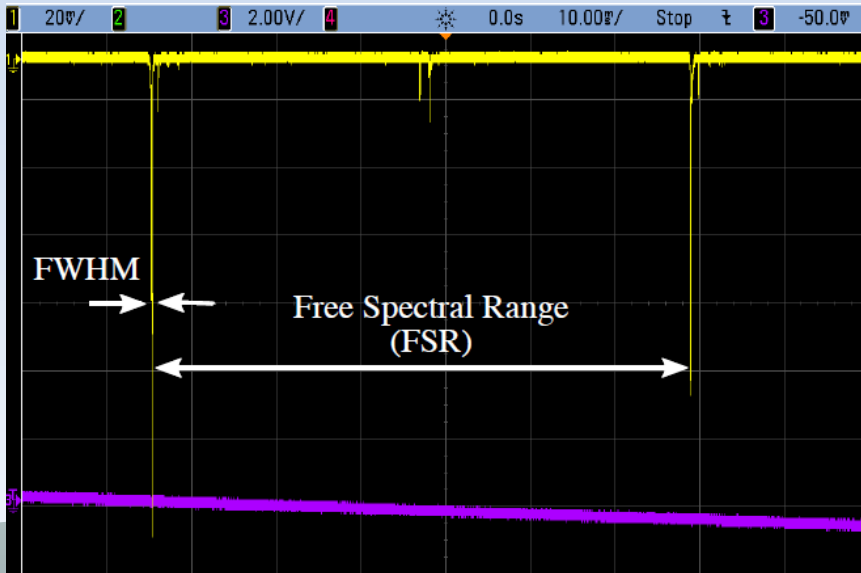
第10回加速器学会年会

逆周回レーザーを使った共鳴制御によって、Burst Amp増幅により10kW入射が可能になった(~200W入射実現)。DC運転では入射レーザーパワーは100Wから200Wが最近の目標になっている。

最近の開発状況と問題点

Finesse measurement

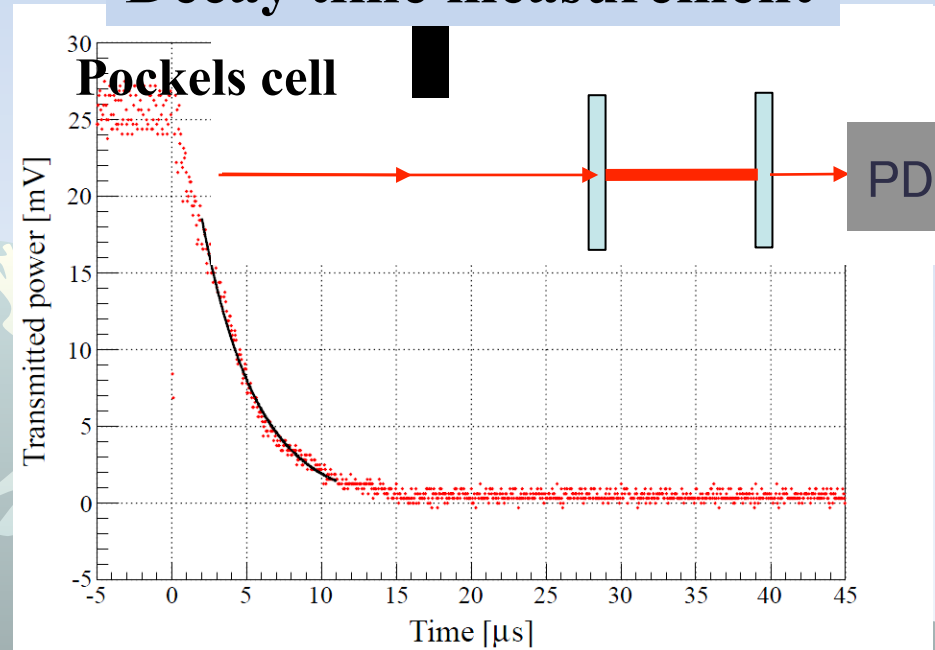
Airy Function



Airy Function

$$\text{Finesse: FWHM} / \text{FSR} \\ = 4040 \pm 420$$

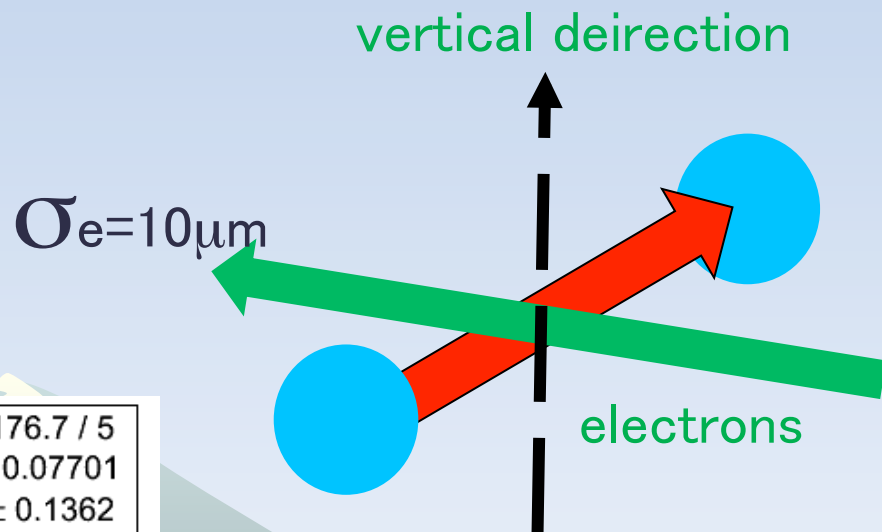
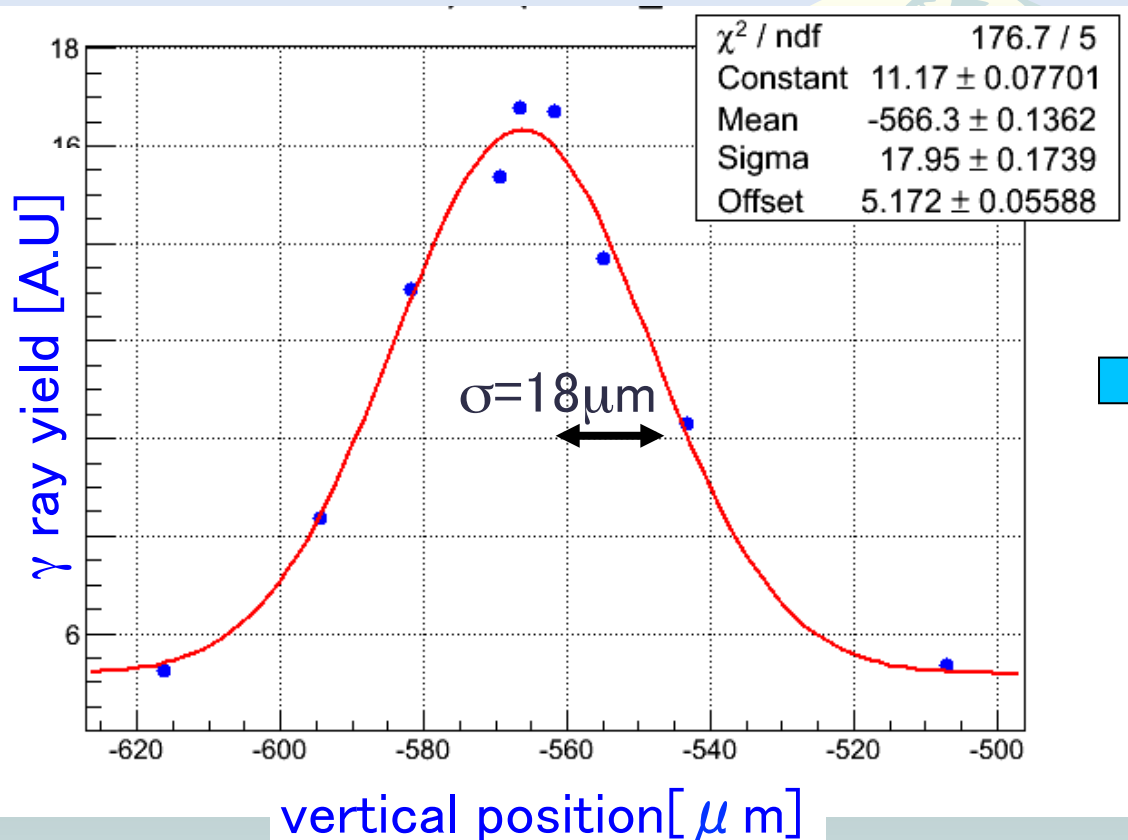
Decay time measurement



Life time of the laser light

$$2 \pi c \tau / L \\ = 4040 \pm 110$$

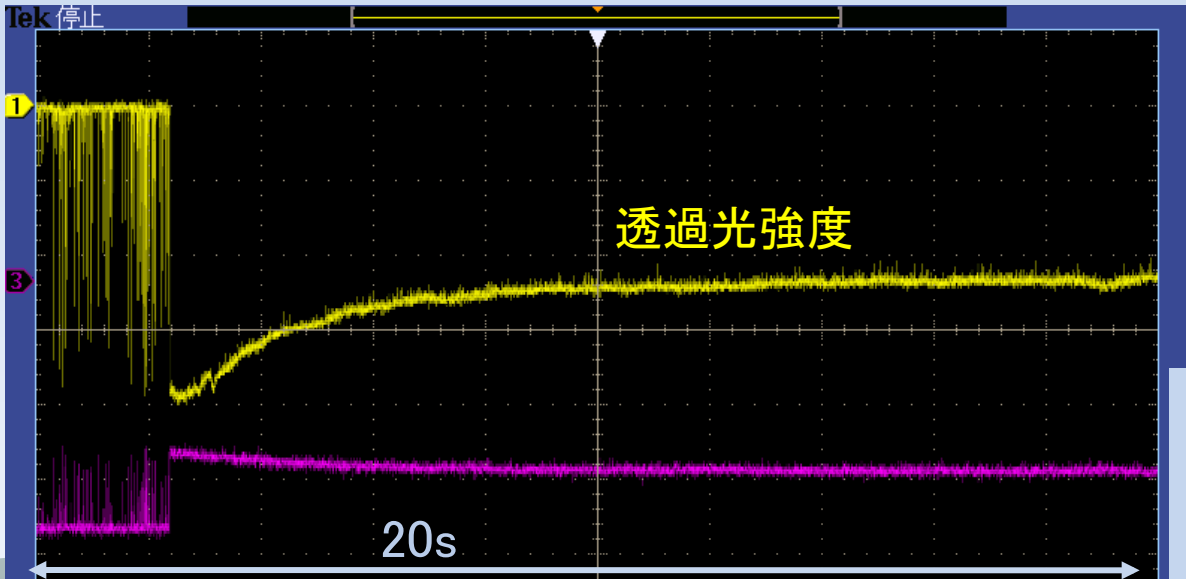
Laser spot size 13 μm achieved



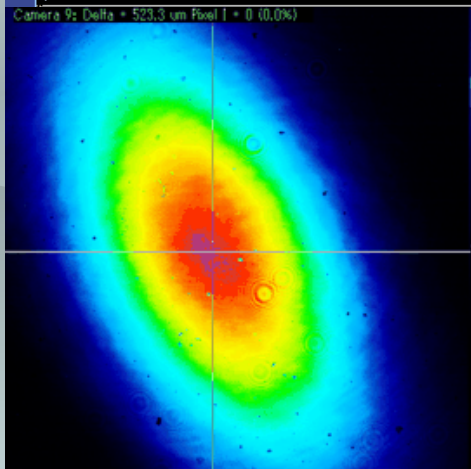
$\sigma_L = 13 \mu\text{m}$

30 μm w/ 2 M cavity

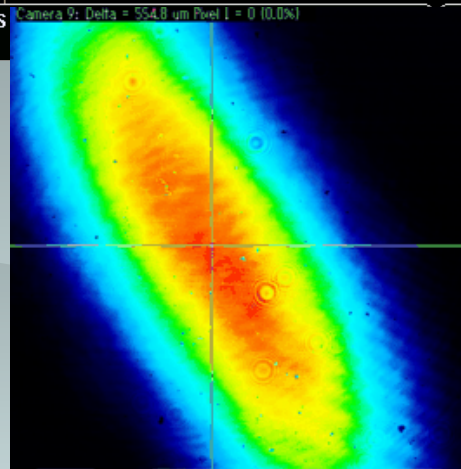
ミラーの熱変形



蓄積光の一部が鏡に熱吸収され、鏡の曲率が変化？
→共振器への入射すべきレーザープロファイルが変化
→入射効率の低下



蓄積開始直後

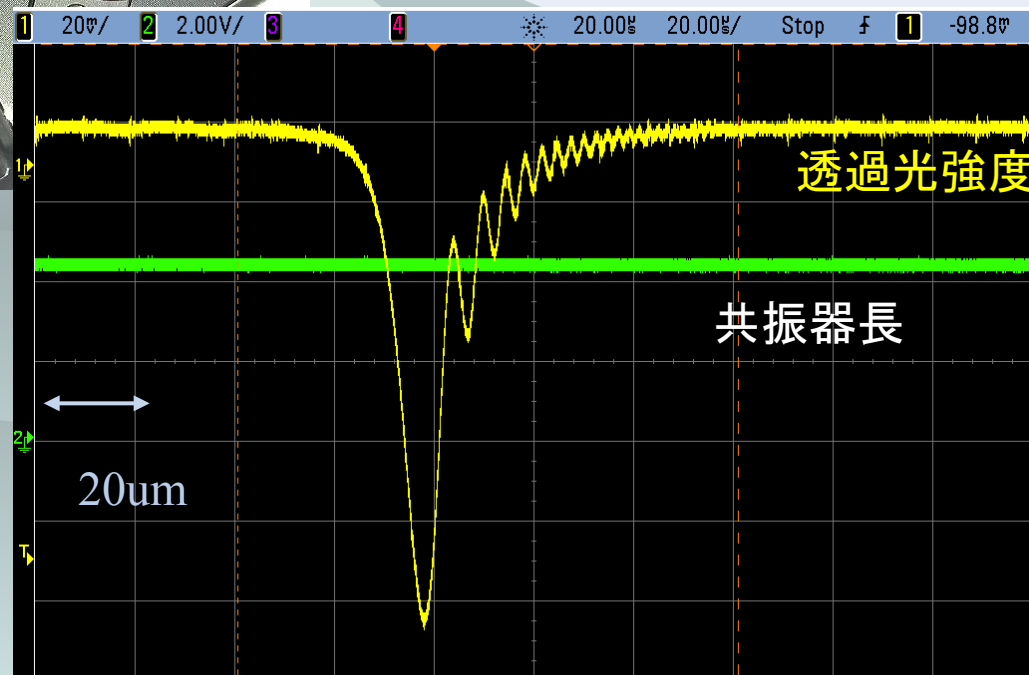
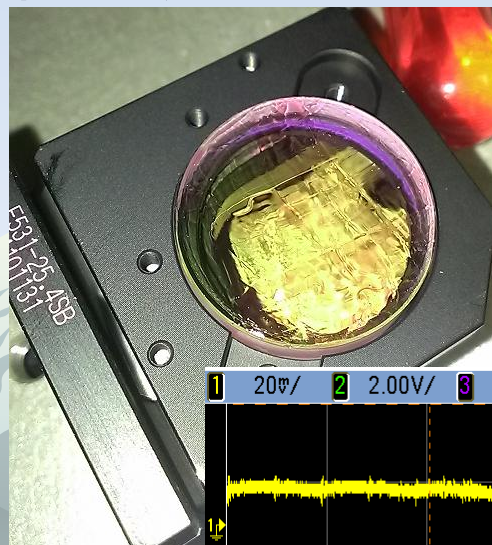


強度安定後

低損失の鏡が不可欠

鏡のマイクロダスト除去

鏡表面をマイクロダスト除去することによる損失の低下の確認試験



$\tau=1.02 \times 10^{-5} \pm 1.34 \times 10^{-7} [\text{s}]$
 $\Rightarrow R=0.999866 \pm 2.62 \times 10^{-6}$
 \Rightarrow 損失=30ppm
損失の改善に成功

今後の開発方針およびスケジュール

Study Plan

クリーン環境は簡易的なものだができつつある

> Particle数は荒木さんが計測済み

手袋

マスク

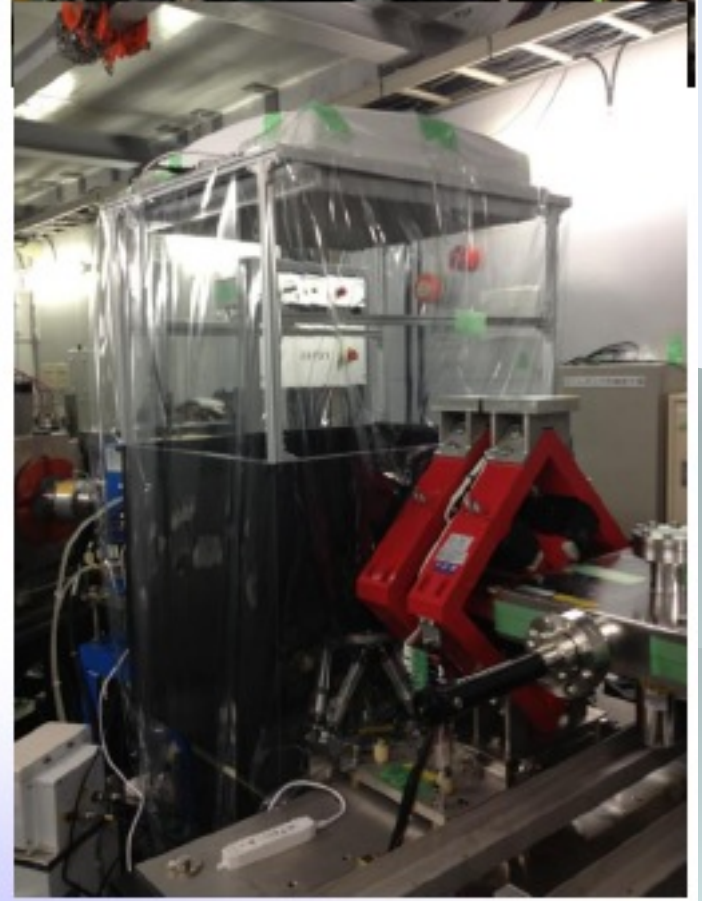
帽子

服

等も準備

マイクロダスト
除去用イオン銃
の利用

真空引きや大気
解放時、バルブを
使ってslowに行く。



◆ 「光・量子融合連携研究開発プログラム」の英語名称は
Photon and Quantum Basic Research Coordinated Development Program

◆ 小型高輝度X線源イメージング基盤技術開発

◆ Fundamental Technology Development for High Brightness X-ray Source and the
Imaging by Compact Accelerator

<http://kocbeam.kek.jp/> from 2008.9 to 2013.3



文部科学省委託事業

<http://nkocbeam.kek.jp/> from 2013.8



Application of advanced
laser and accelerator
technology for our life.