

LCS実験

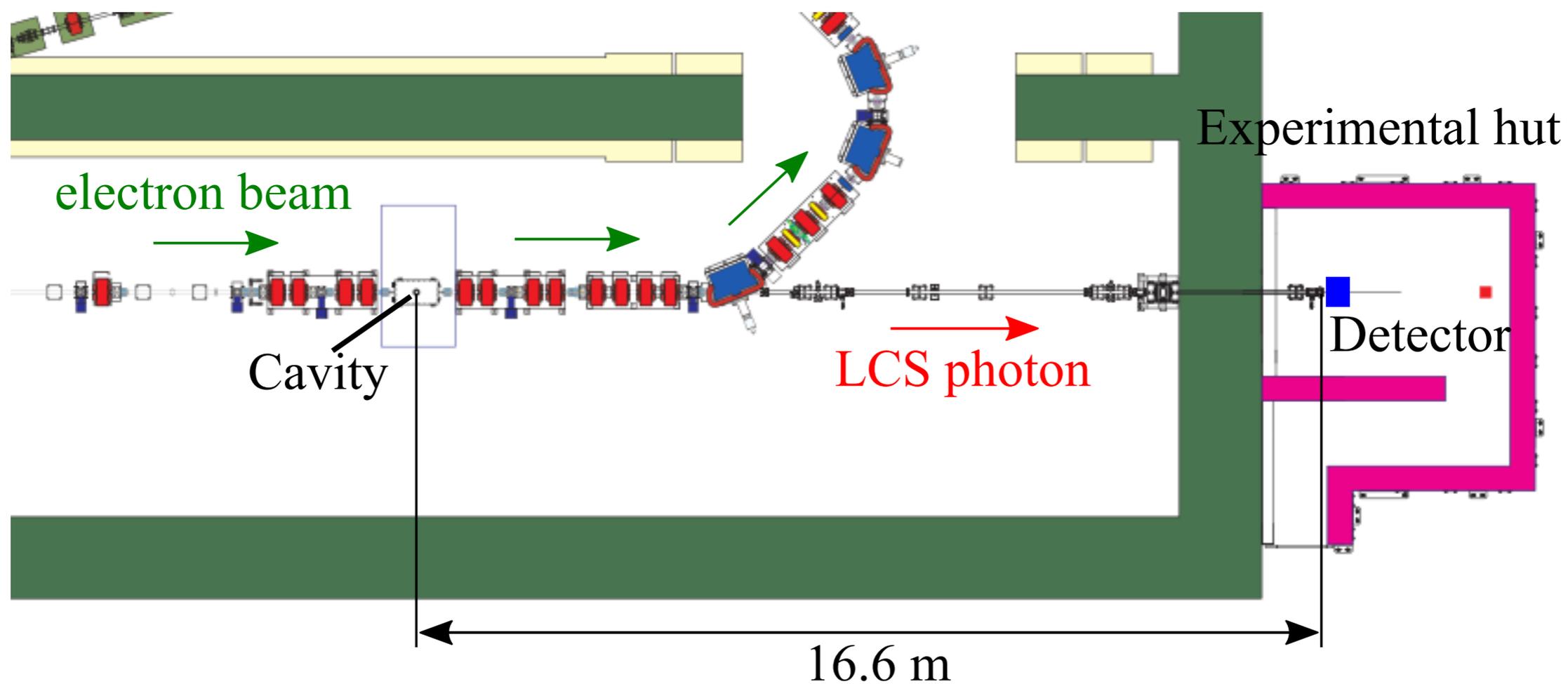
ビームダイナミックスWG打合せ 2016.04.12

赤木 智哉

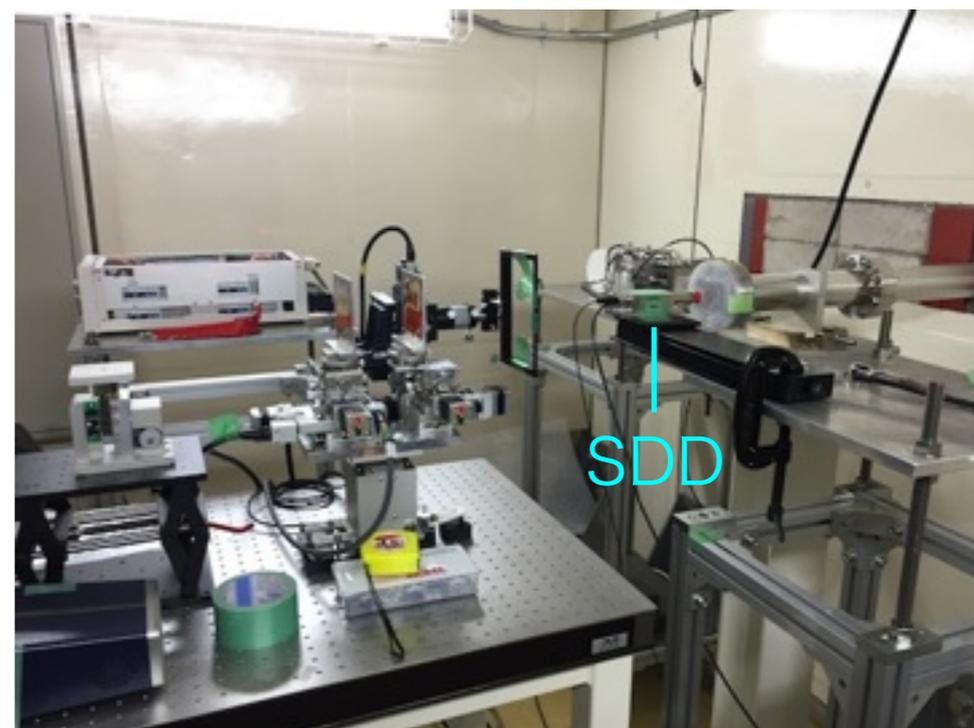
2016年3月のLCS実験概要

- 3/25 (金)
 - CW900 μ A運転、SDDでX線量を測定
 - エミッタンス測定
- 3/28 (月)
 - トラブルのためビーム運転なし
- 3/29 (火)
 - IPでの電子ビームサイズを小さくしようと試みたが、K値の設定ミス
 - SDDでX線量を測定
 - レーザー蓄積による共振器の温度上昇で共振器長が伸び、加速器との位相同期ができなくなった。
- 3/30 (水)
 - 3/25のオプティクスに戻した
 - X線量測定
 - タルボ干渉計でサンプル無しの画像を取得
 - エミッタンス測定

セットアップ



シリコンドリフト検出器（SDD）で光量を評価する。
SDDの下流にタルボ干渉計を設置した。



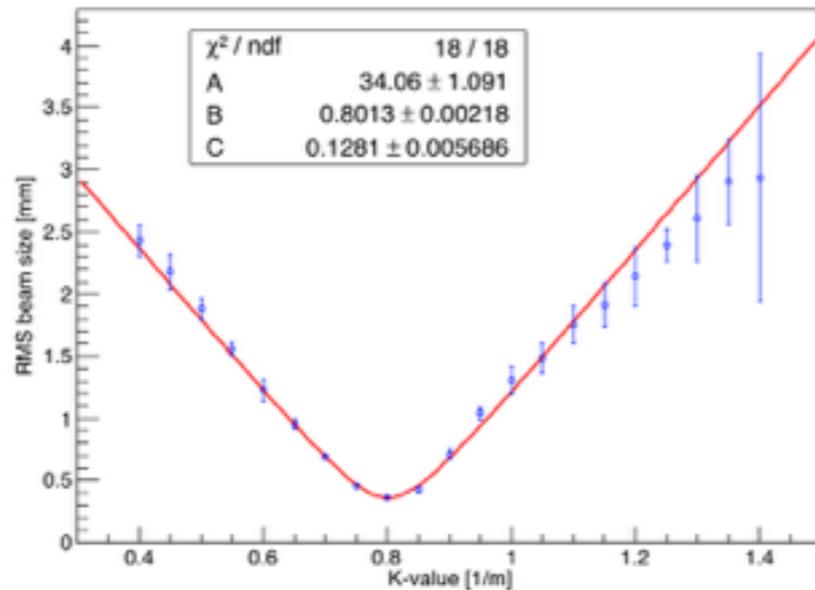
3/25のエミッタンス測定値

2015年3月の
エミッタンスはH,Vともに
0.3 μm 程度

QMAM01-cam13

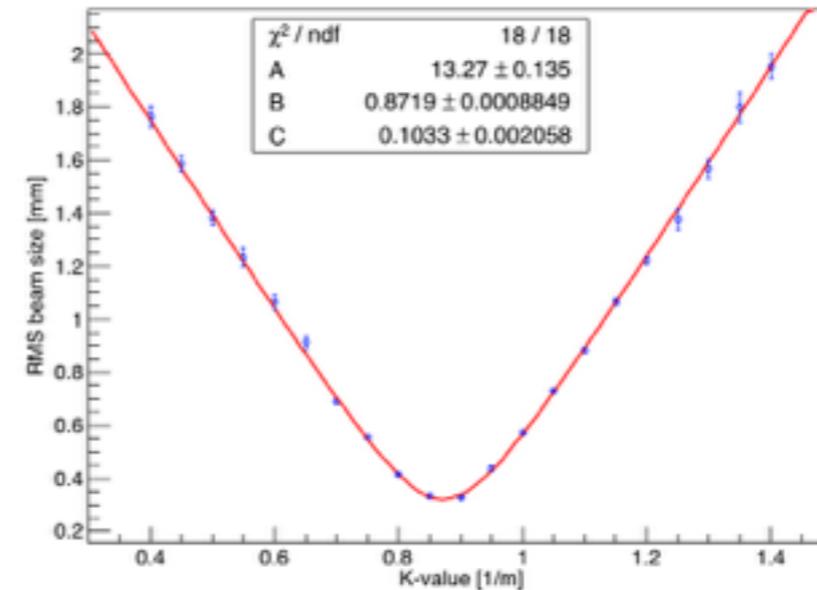
Horizontal

$$\varepsilon_{nx} = 2.23 \pm 0.06 \text{ mm mrad}$$



Vertical

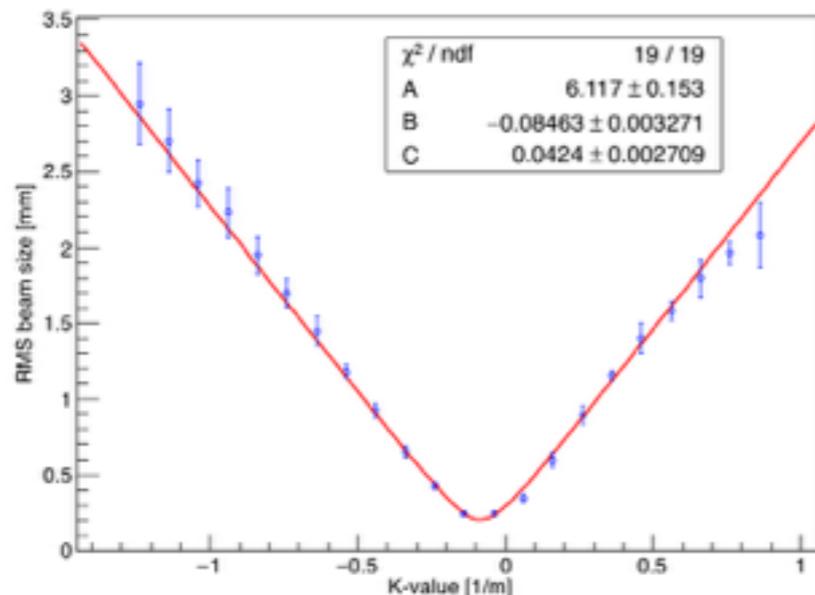
$$\varepsilon_{ny} = 1.25 \pm 0.01 \text{ mm mrad}$$



QMIM03-cam18

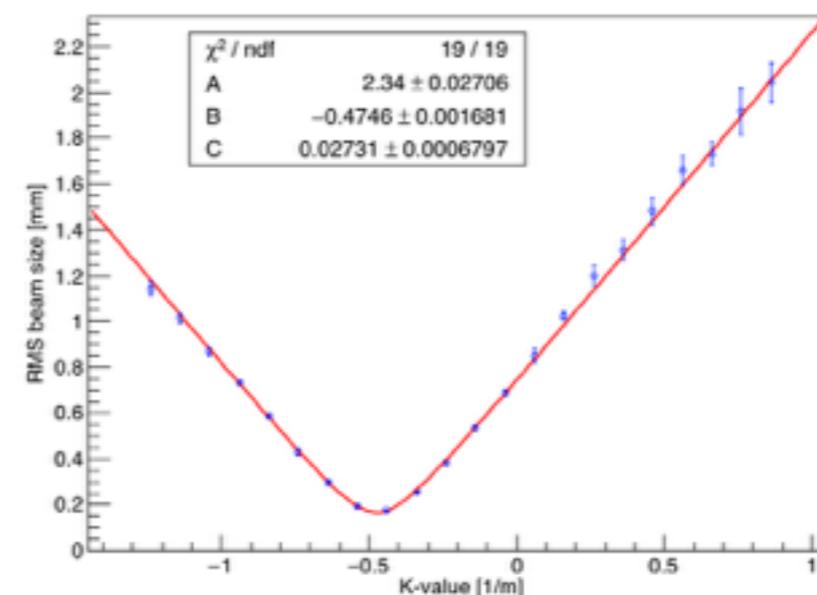
Horizontal

$$\varepsilon_{nx} = 2.52 \pm 0.09 \text{ mm mrad}$$



Vertical

$$\varepsilon_{ny} = 1.25 \pm 0.02 \text{ mm mrad}$$

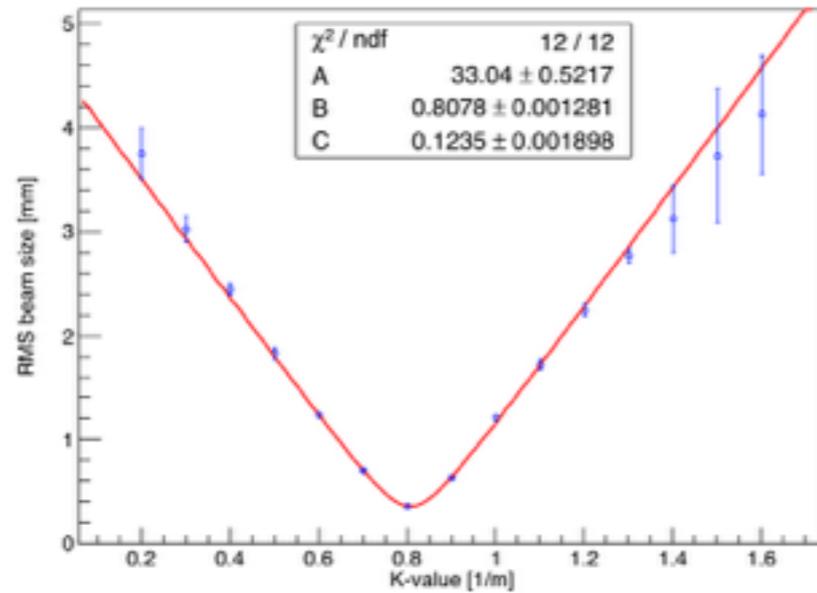


3/30のエミッタンス測定値

QMAM01-cam13

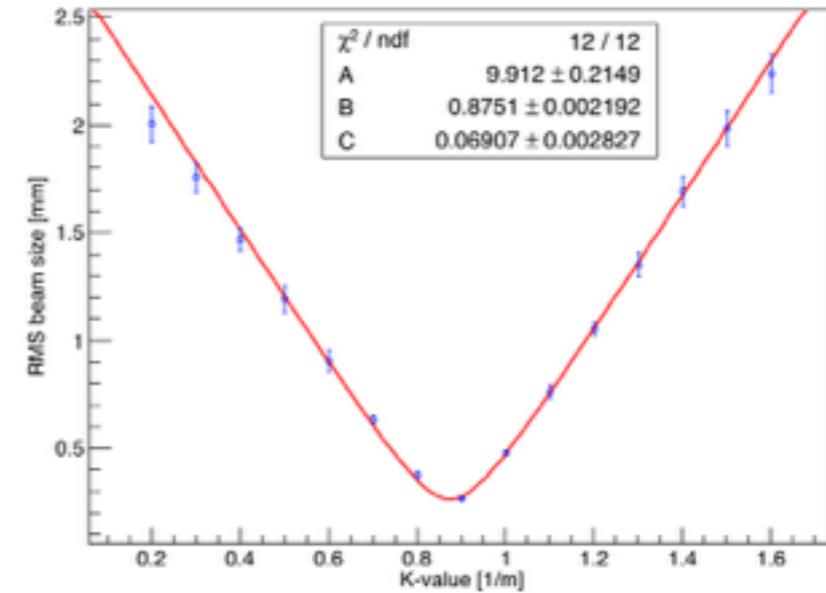
Horizontal

$$\varepsilon_{nx} = 2.16 \pm 0.02 \text{ mm mrad}$$



Vertical

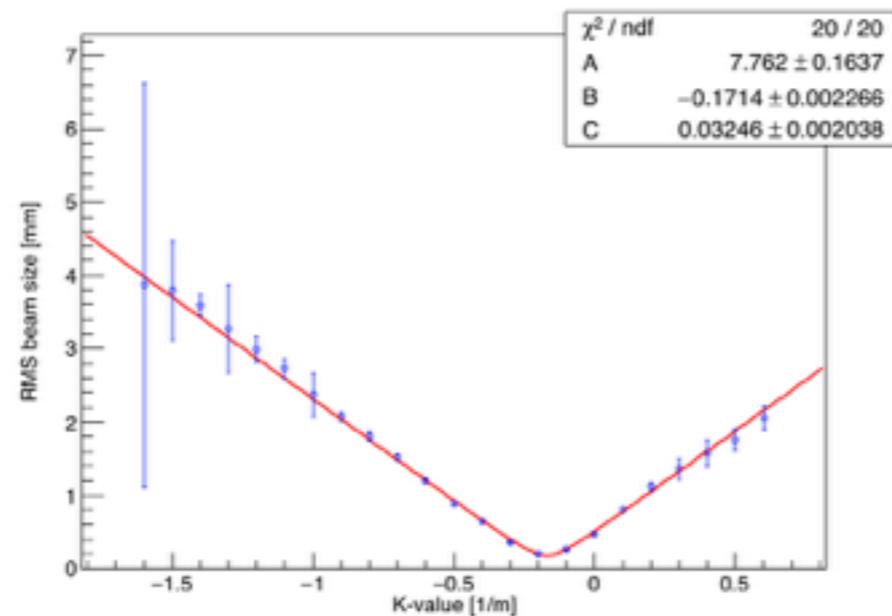
$$\varepsilon_{ny} = 0.88 \pm 0.02 \text{ mm mrad}$$



QMIM03-cam18

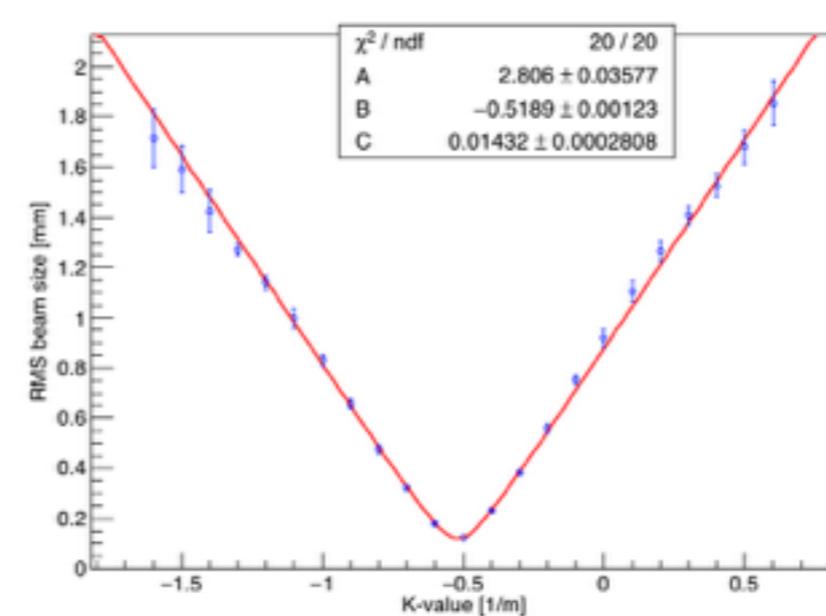
Horizontal

$$\varepsilon_{nx} = 2.49 \pm 0.08 \text{ mm mrad}$$



Vertical

$$\varepsilon_{ny} = 0.99 \pm 0.01 \text{ mm mrad}$$



3/25のIP電子ビームサイズ見積り

QMLC04-cam23A (L=0.9 m)

エミッタンスを $\varepsilon_{nx}=2.38 \mu\text{m}$ ($\varepsilon_x=60.8 \text{ nm}$)、 $\varepsilon_{ny}=1.25 \mu\text{m}$ ($\varepsilon_{ny}=32.0 \text{ nm}$)
として、傾きからサイズを見積もる

$$\sigma_0 = \frac{L^2 \varepsilon}{a}$$

Horizontal

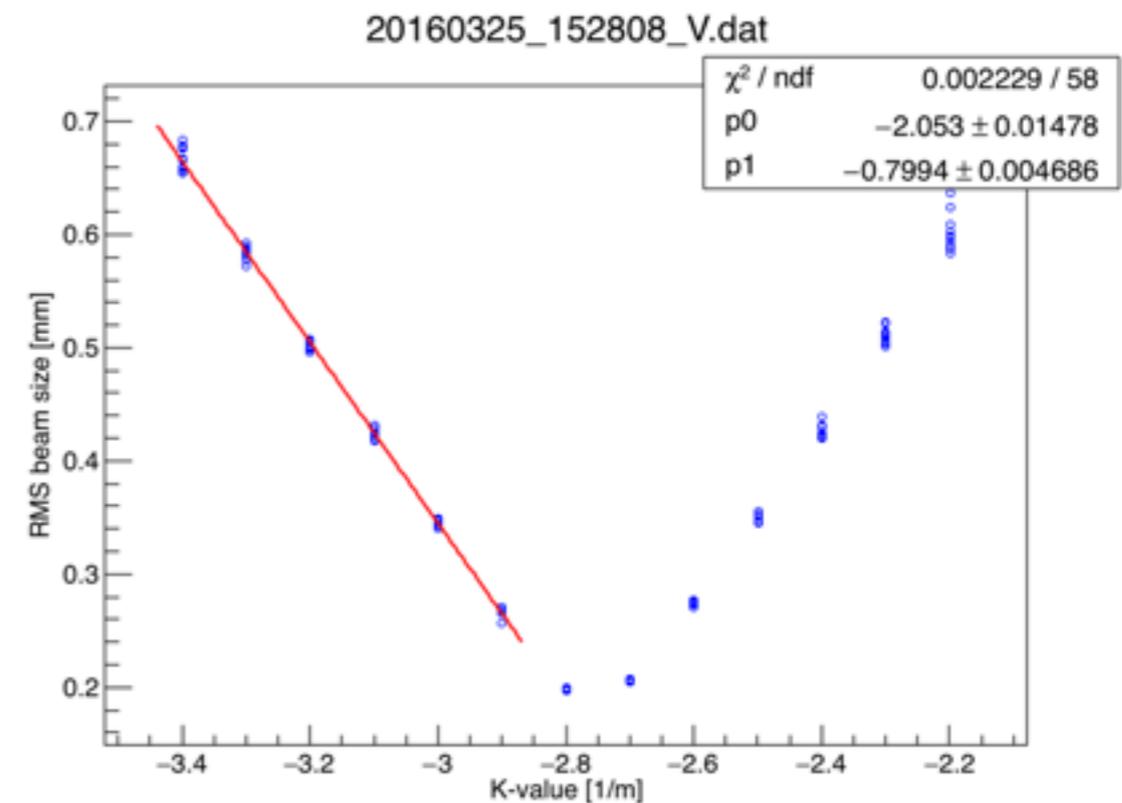
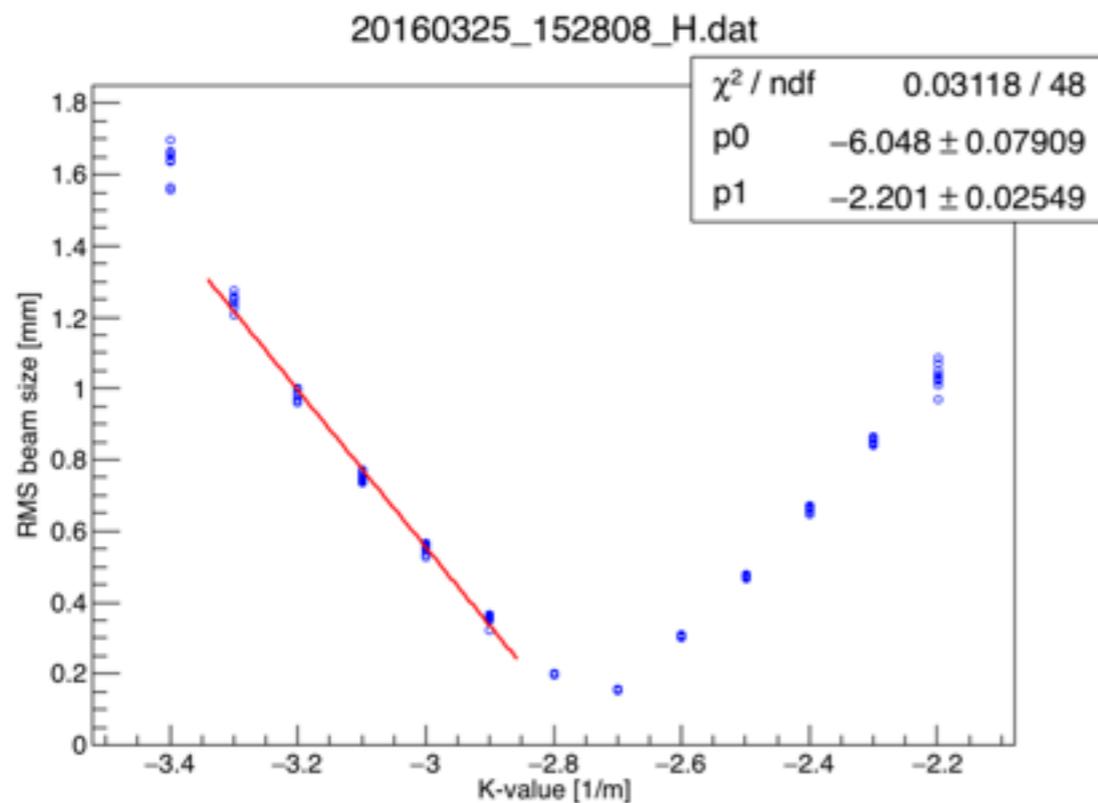
傾き $a_x : (2.2 \pm 0.3) \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$\sigma_x : 22 \pm 3 \mu\text{m}$

Vertical

傾き $a_y : (0.81 \pm 0.01) \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$\sigma_y : 32 \pm 1 \mu\text{m}$



3/30のIP電子ビームサイズ見積り

QMLC04, 05の中心を通るように軌道調整後、QMLC04-cam23AでQ scan
エミッタンス $\varepsilon_{nx}=2.33 \mu\text{m}$ ($\varepsilon_x=59.6 \text{ nm}$)、 $\varepsilon_{ny}=0.94 \mu\text{m}$ ($\varepsilon_{ny}=24.0 \text{ nm}$)

Horizontal

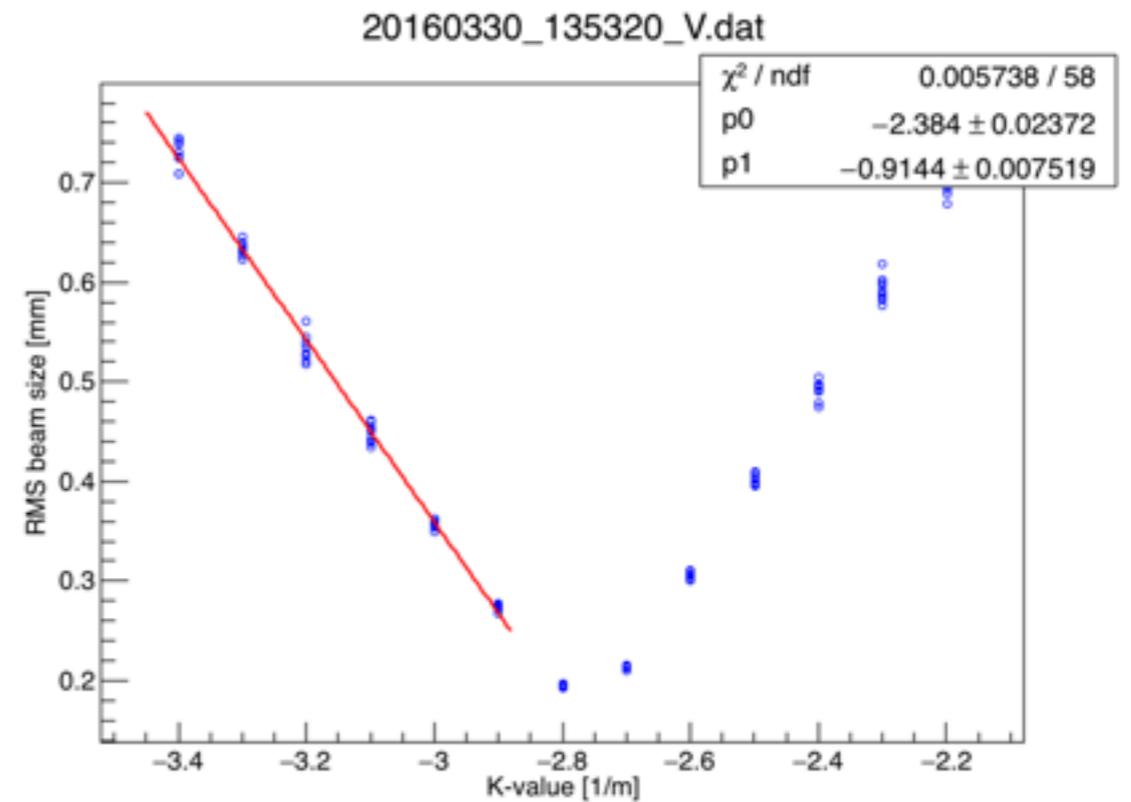
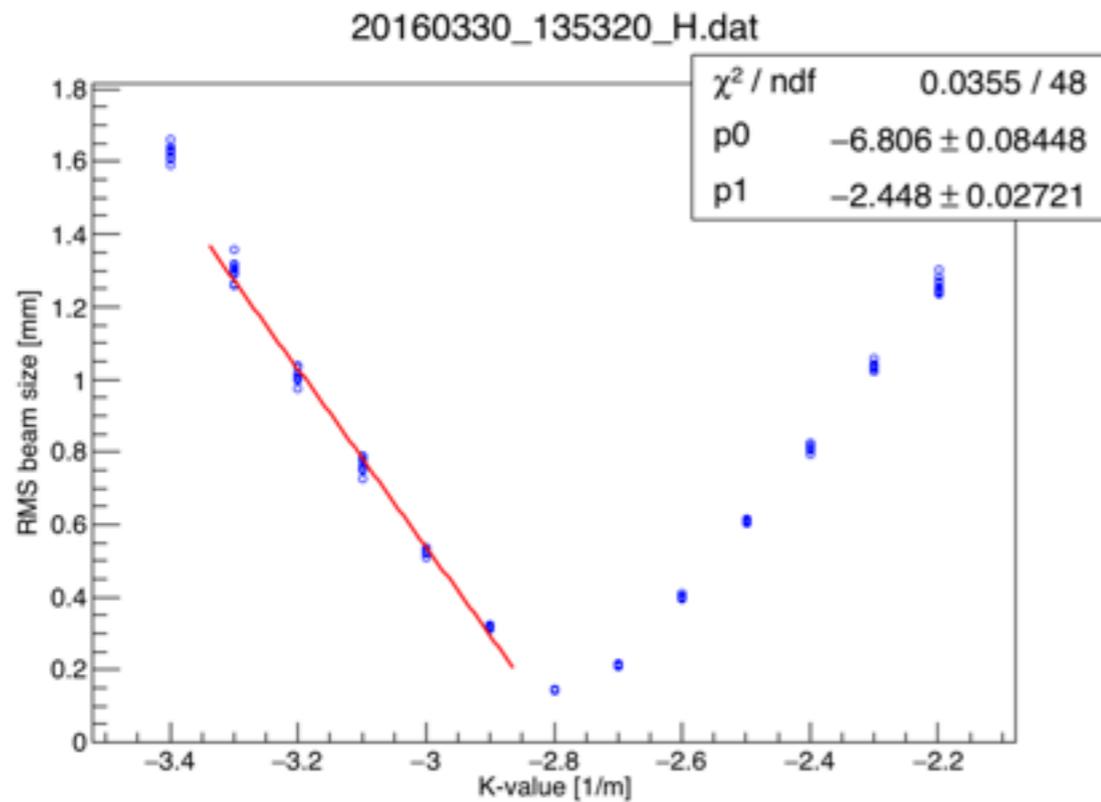
傾き $a_x : (2.4 \pm 0.2) \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$\sigma_x : 20 \pm 2 \mu\text{m}$

Vertical

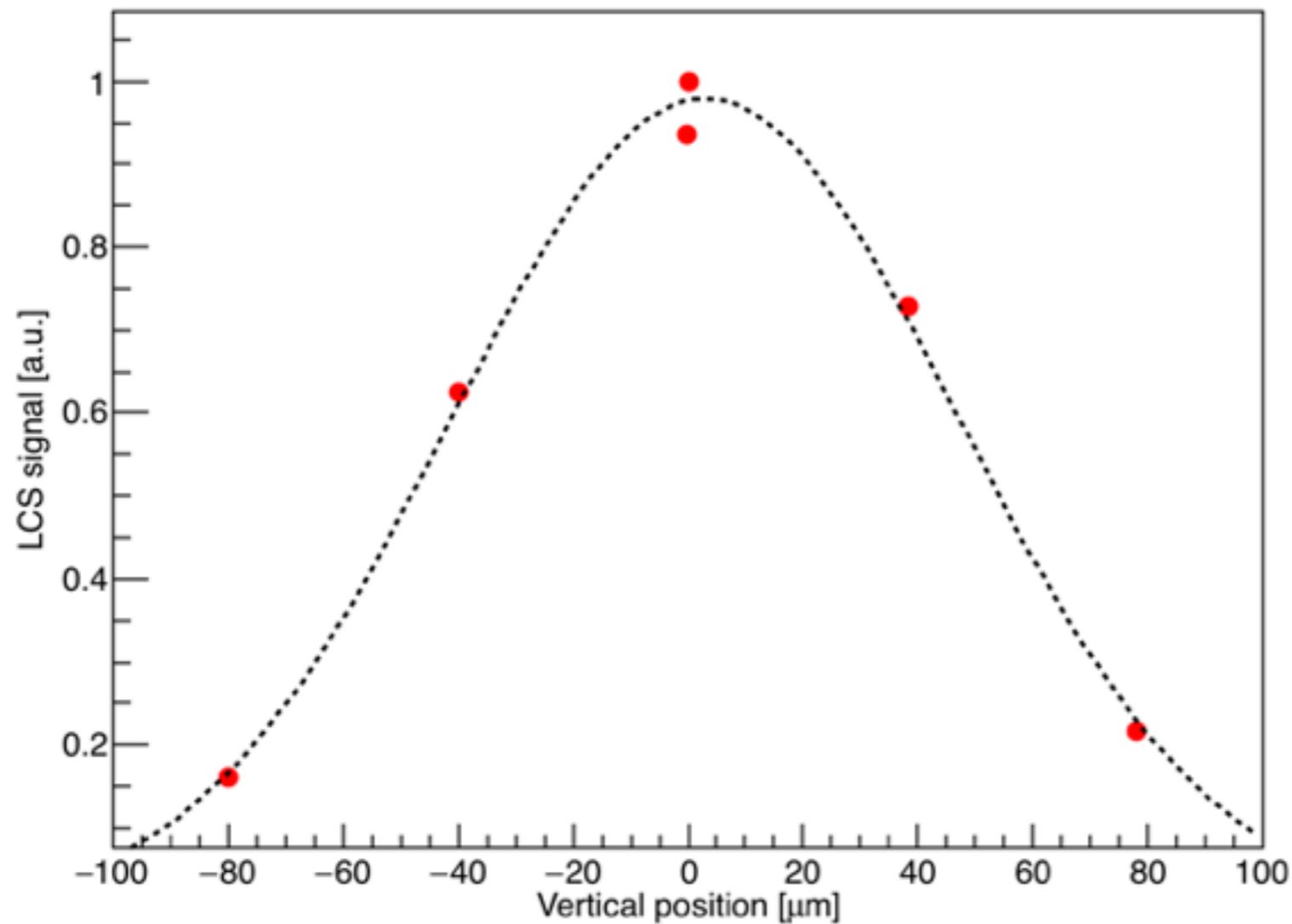
傾き $a_y : (0.93 \pm 0.05) \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$\sigma_y : 21 \pm 1 \mu\text{m}$



位置scanの測定結果

レーザーの位相はロックせずにムーバーを垂直方向に動かしてLCS信号量の変化を確認



fitの結果

$$\sigma_{\text{meas}} = 44 \mu\text{m}$$

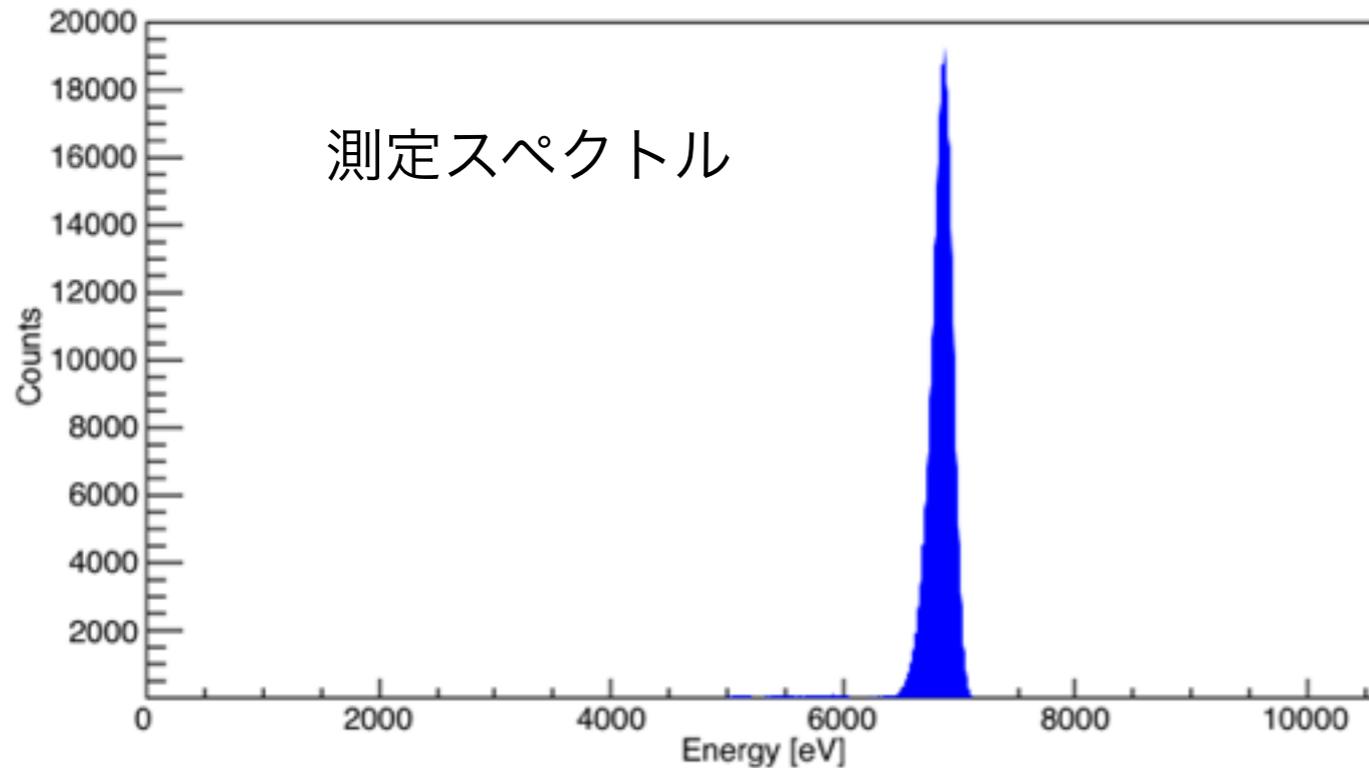
レーザー $\sigma_y = 32 \mu\text{m}$

$$\text{Sqrt}(44^2 - 32^2) = 30$$

推定電子ビームサイズは $32 \mu\text{m}$

なので概ね一致

3/25にSDDで取得したX線のスペクトル



ピークエネルギー 6.87 keV
エネルギー幅 (FWHM) 210 eV

LCS-X線量

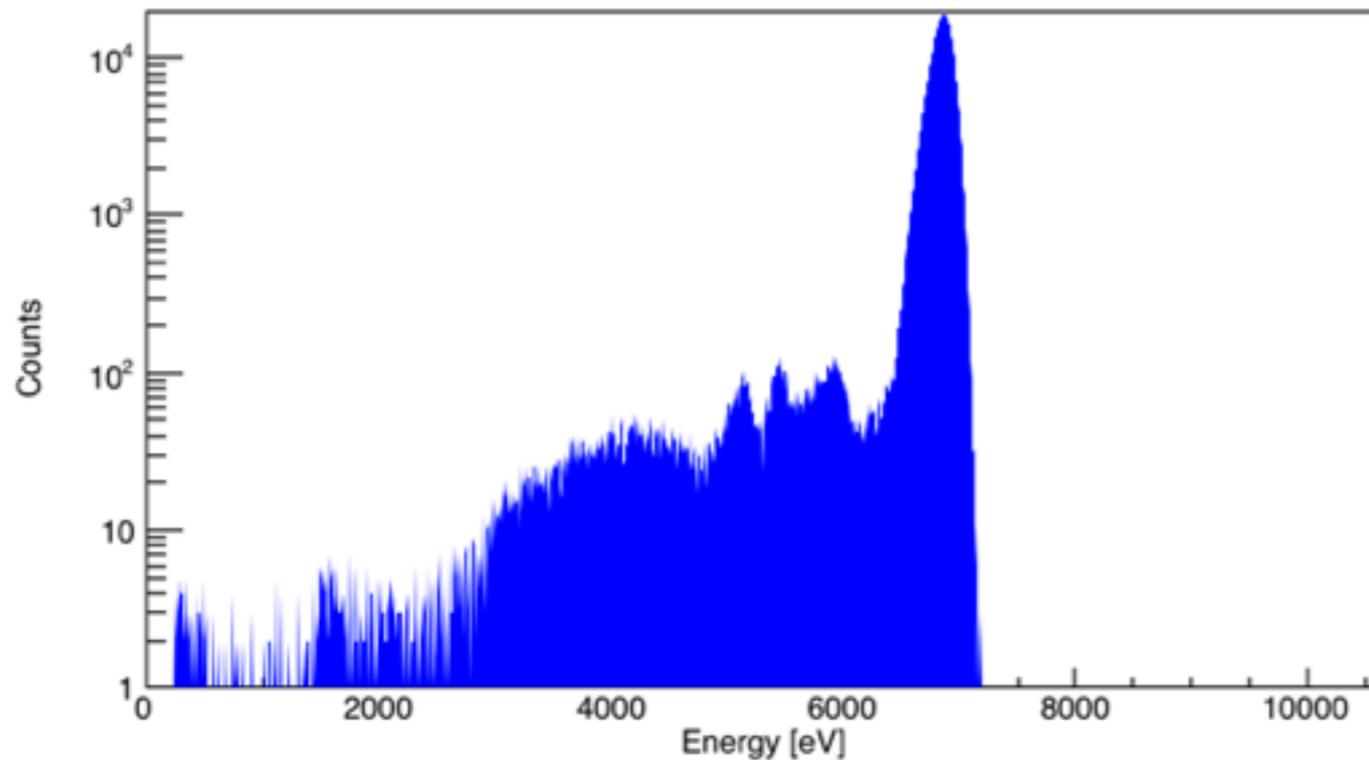
ピーク付近のカウント数を測定時間
(108.15秒) で割って

8558.09 cps

2015/4/3のデータと比較すると

1367.39 cps → 8558.09 cps

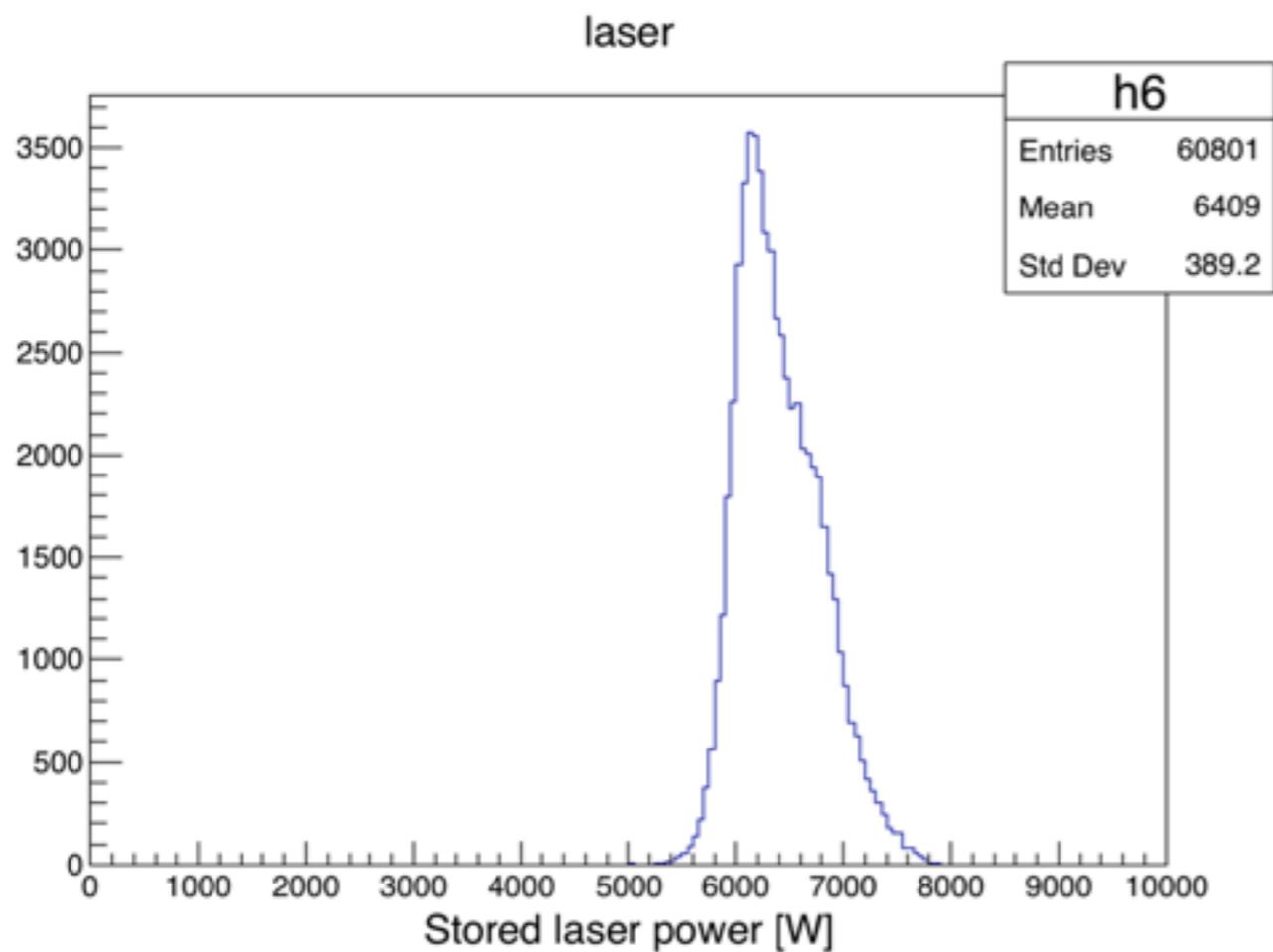
約6倍



レーザー蓄積の状況

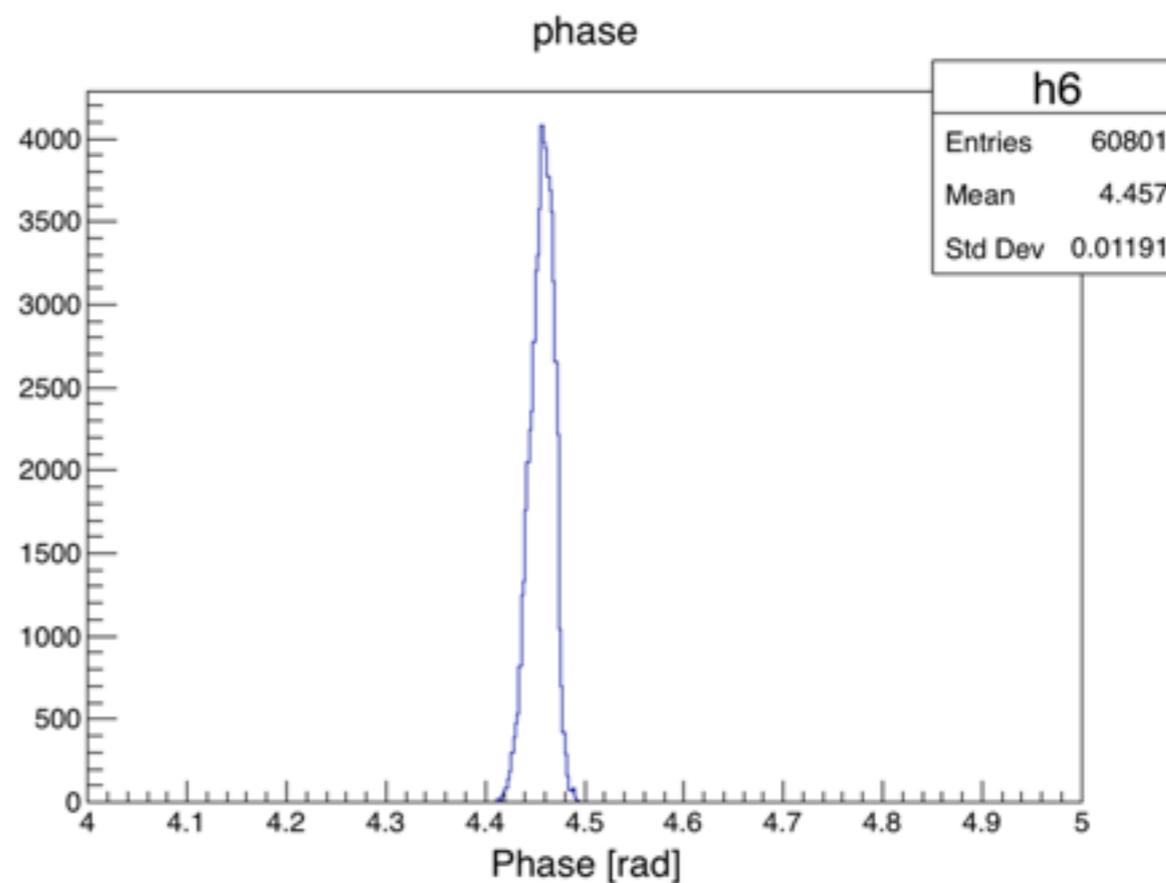
SDDのデータを取得した2分間のデータ

強度



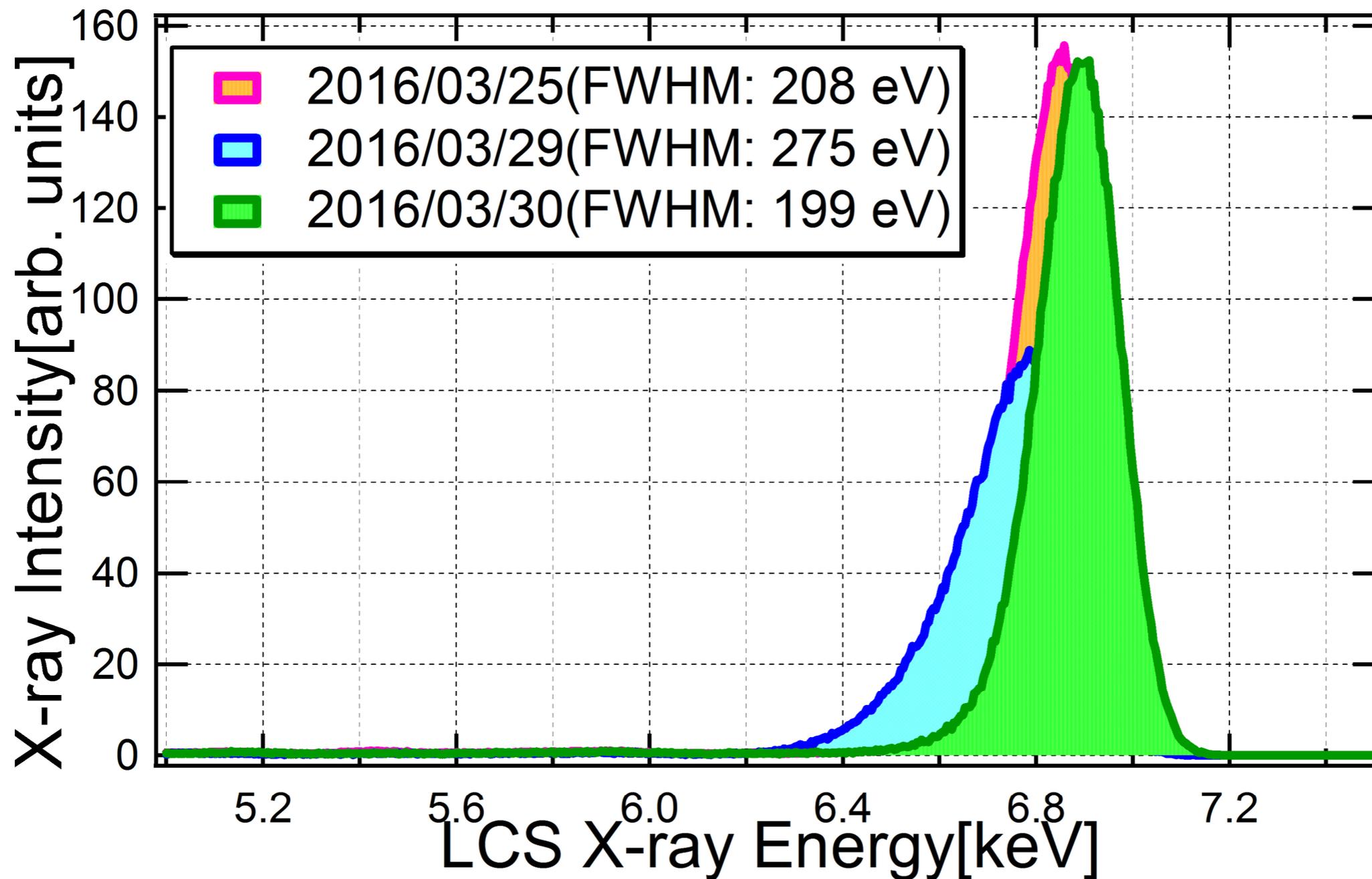
平均6.4 kW

位相

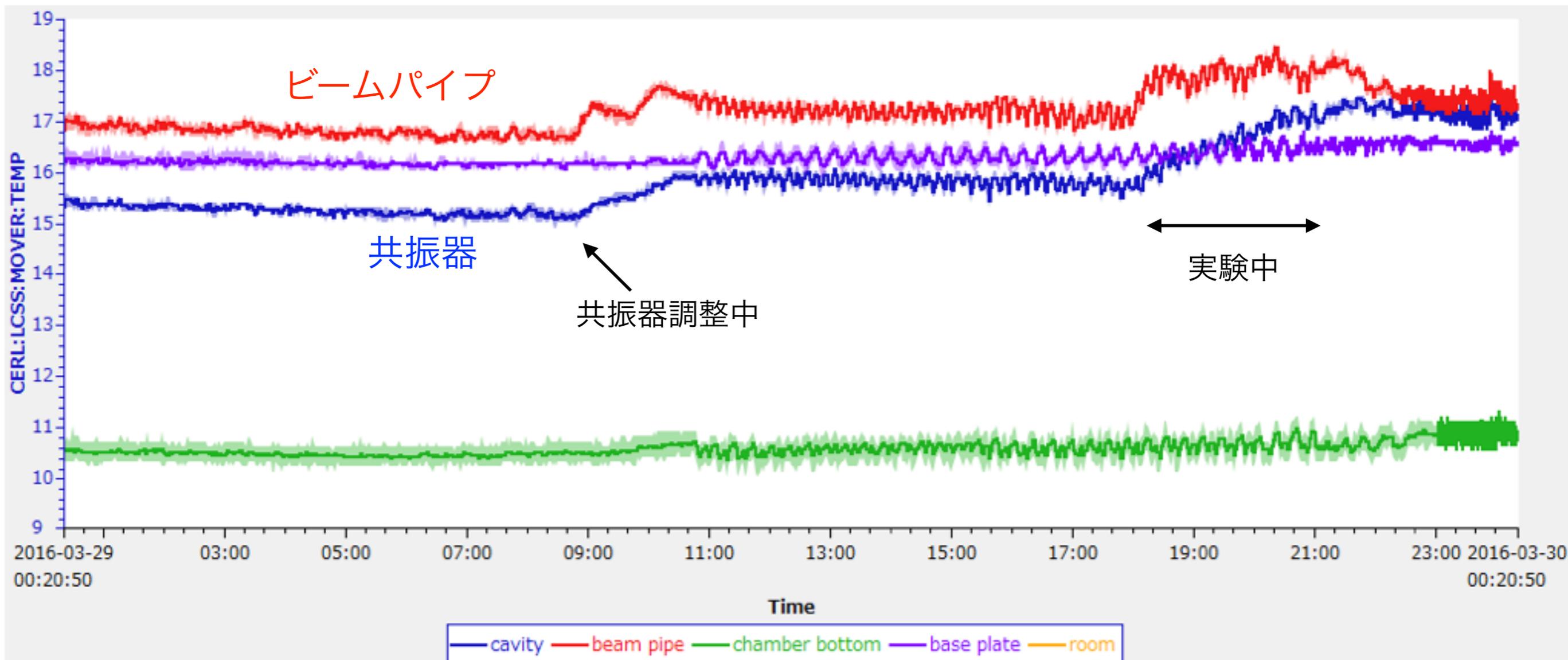


RMS 0.0119rad
=11.7 ps

他の日のデータとの比較



共振器の温度変化



- 共振器の温度が3時間で約 1.5°C 上昇した
 - 2015年4月のLCS実験のときは7時間で 1°C 程度の上昇
- 温度上昇の原因を調査する

まとめ

今回のLCS-X線計数率8558 cps (測定日 2016.03.25)

- ・ 2015年4月の約6倍
- ・ CAINによる計算値の約1/4
- ・ 計算に用いたパラメータは以下のとおり

電子ビーム

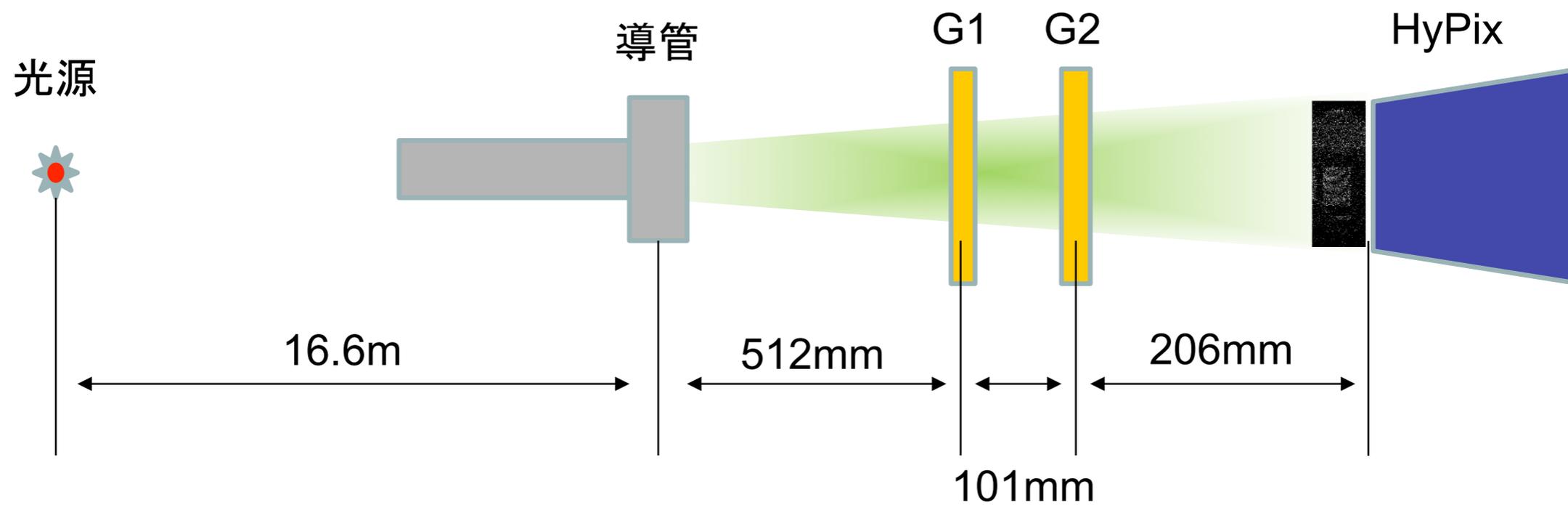
エネルギー	20 MeV
バンチ電荷	5.54 pC
バンチ長	2 ps (rms)
ビームサイズ	$\sigma_x=22 \mu\text{m}$, $\sigma_y=32 \mu\text{m}$
エミッタンス	$\varepsilon_{nx}=2.38 \text{ mm mrad}$, $\varepsilon_y=1.25 \text{ mm mrad}$
繰り返し	162.5 MHz

レーザー

波長	1064 nm
パルスエネルギー	39.4 μJ
パルス長	13 ps (rms、タイミングジッター込み)
スポットサイズ	$\sigma_x=24 \mu\text{m}$, $\sigma_y=32 \mu\text{m}$
衝突角	18度
繰り返し	162.5 MHz

タルボ干涉計について

セットアップ



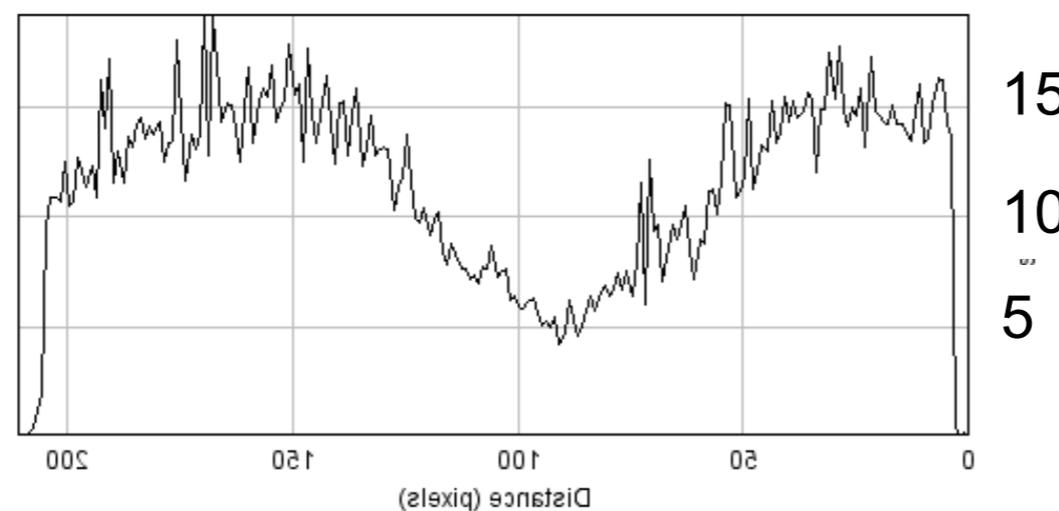
3/30実験結果

3/29の状態から格子間距離を調整 (G1G2=106mm)

450秒測定

450秒露光
(0-35counts/pixel
=0-4.7cpm/pixel)

ビーム調整により
高エネルギー成分が消滅



3/30実験まとめ

- ①ビーム集光再調整+レーザーの時間安定性上昇
X線強度が約倍に増加
- ②熱の蓄積が予想以上に早く測定時間が十分確保できなかったため、
2/3step目の途中で測定終了
⇒今回のデータでは目標であったVisibilityマップの計算はできない
- ③時間が十分確保できたと仮定すると、約0.5のVisibilityが得られたと思われる。
Visibilityの大小を同じ格子組み合わせを用いた過去のデータから比較すると
Spring-8(0.60)>cERL(0.5)>LUCX(0.33)

非公式なデータにつきグループ外でのデータ配布はお控えください