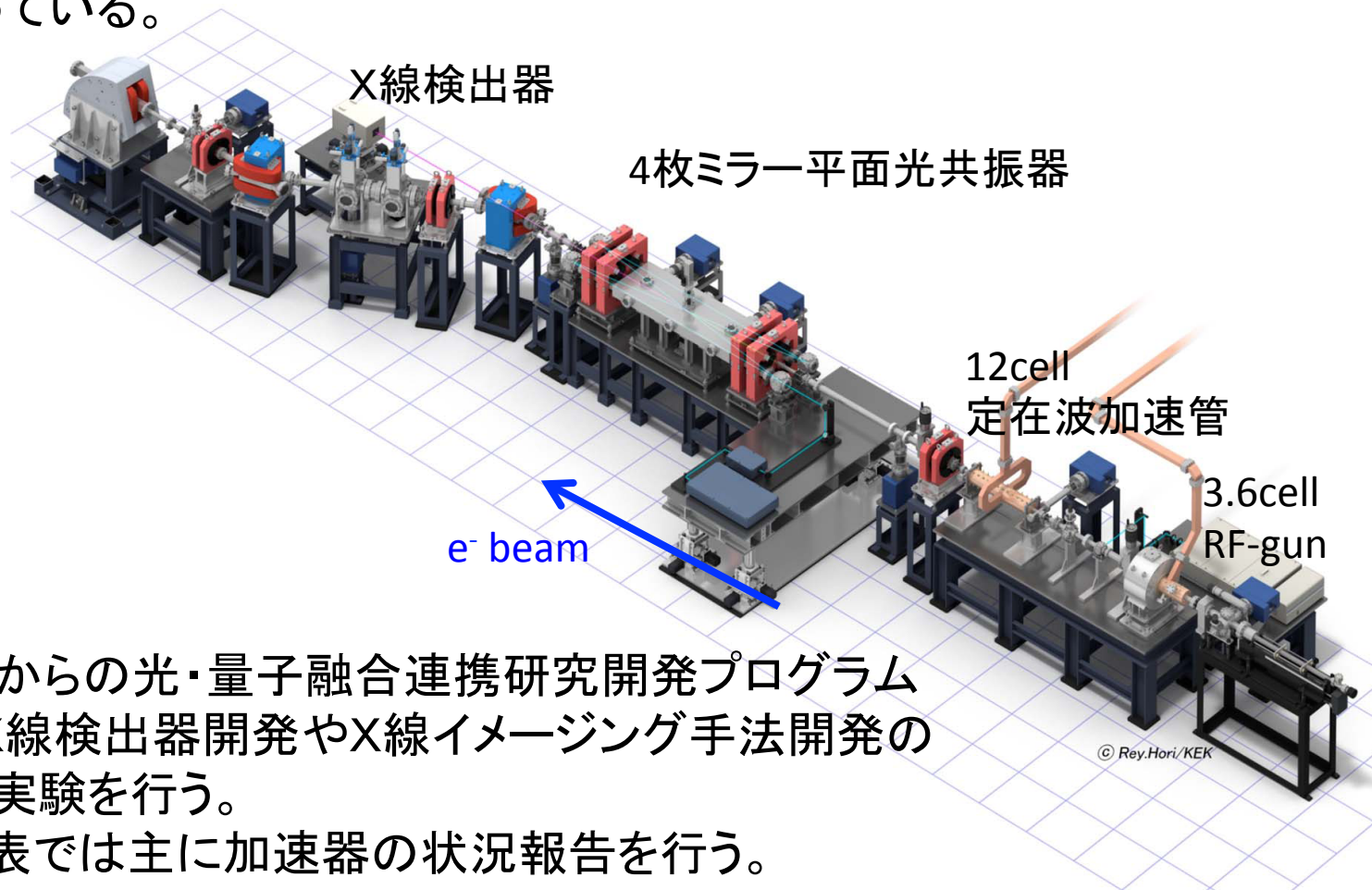


KEK小型電子加速器(LUCX)の 加速器状況報告

KEK 福田 将史

LUCXで行う実験

小型電子加速器(LUCX)では、逆コンプトン散乱を利用した小型X線源の開発を行っている。



今年度からの光・量子融合連携研究開発プログラムでは、X線検出器開発やX線イメージング手法開発のための実験を行う。

この発表では主に加速器の状況報告を行う。

小型電子加速器ビームライン

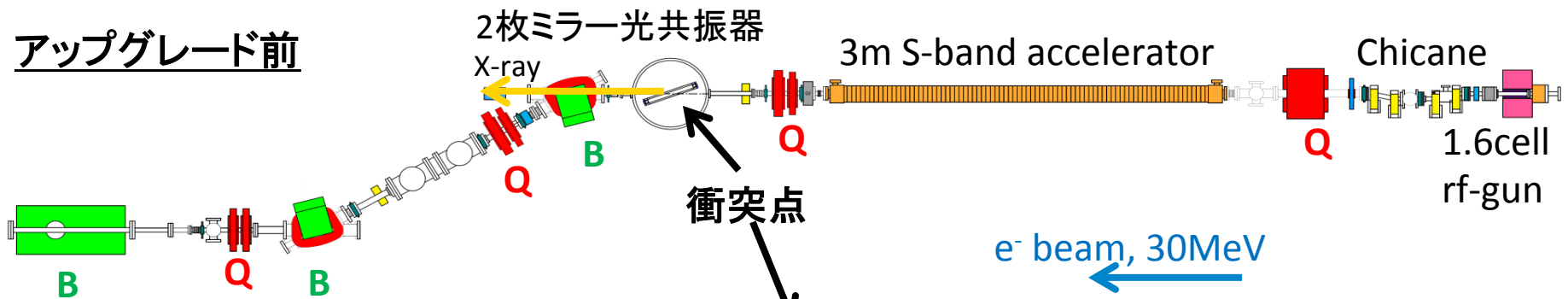
電子ビーム

3.6cell rf-gun, 12cell 定在波加速管の導入により加速器部分の小型化。
 バンチ数を10倍の1000バンチまで増やす。ビームサイズを33umと約半分にする。

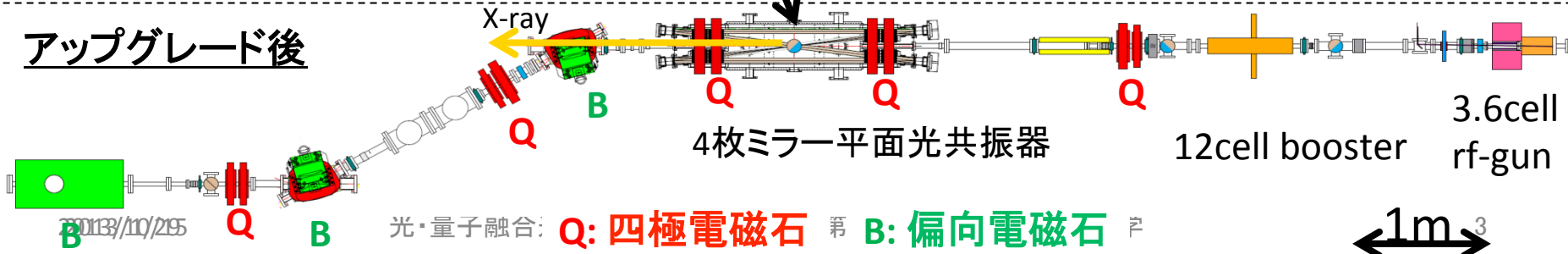
レーザー蓄積装置

4枚ミラー平面光共振器へ変更。共振器長を伸ばし、ミラー上のサイズを広げた。
 →ミラーのダメージ閾値による制限を緩和→蓄積パワーを上げる(400uJ→6mJ)
 衝突角度を20deg → 7.5deg

アップグレード前



アップグレード後



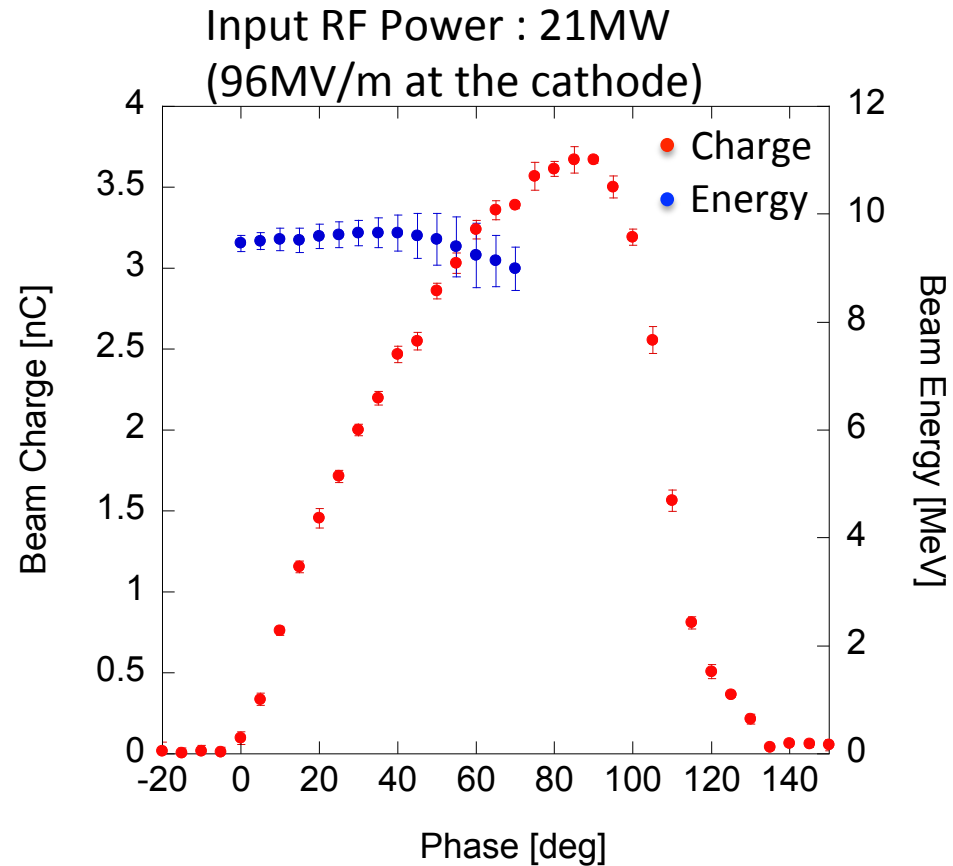
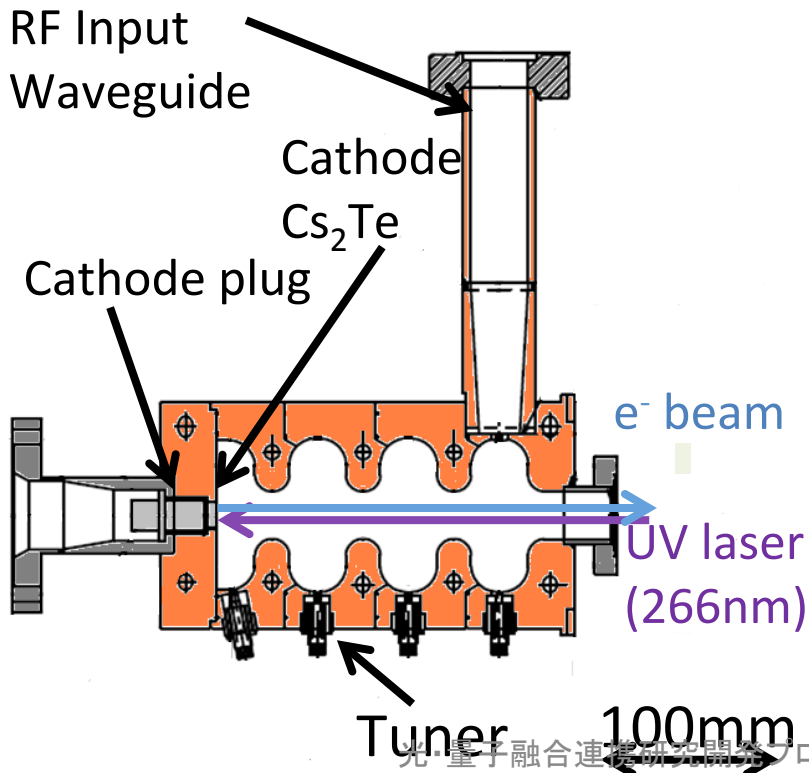
2013/10/29

光・量子融合: Q: 四極電磁石 B: 偏向電磁石

1m

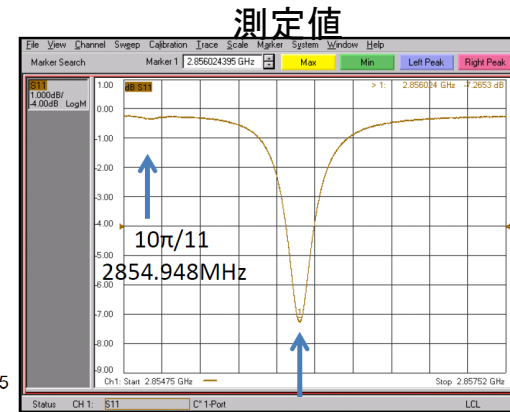
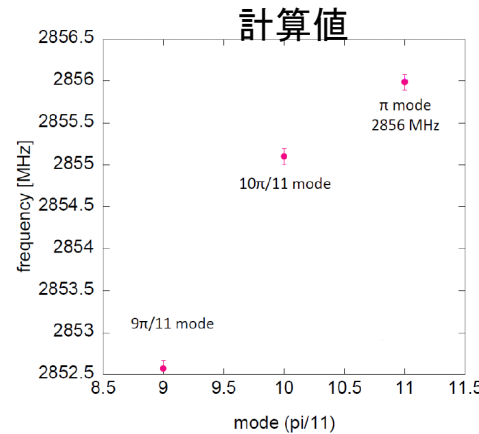
3.6cell rf-gun

Frequency (π -mode)	2856 MHz
Qvalue	15000
Coupling β	0.99
R/Q	395 Ω
Mode separation (π -2 π /3)	2.8 MHz

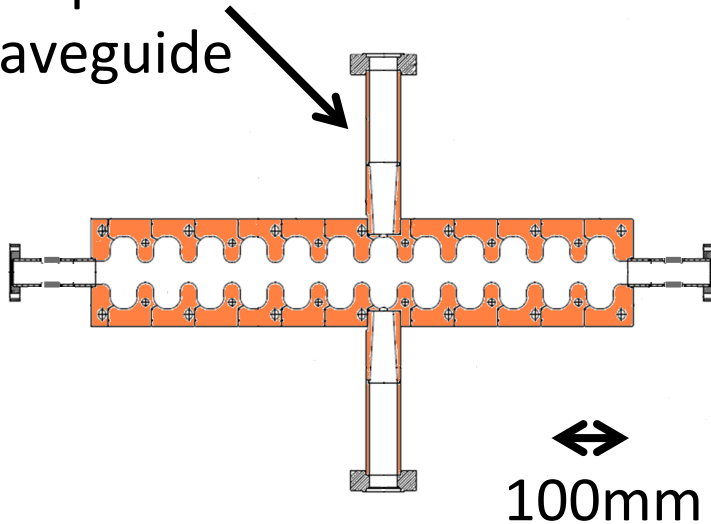


12cell 定在波加速管

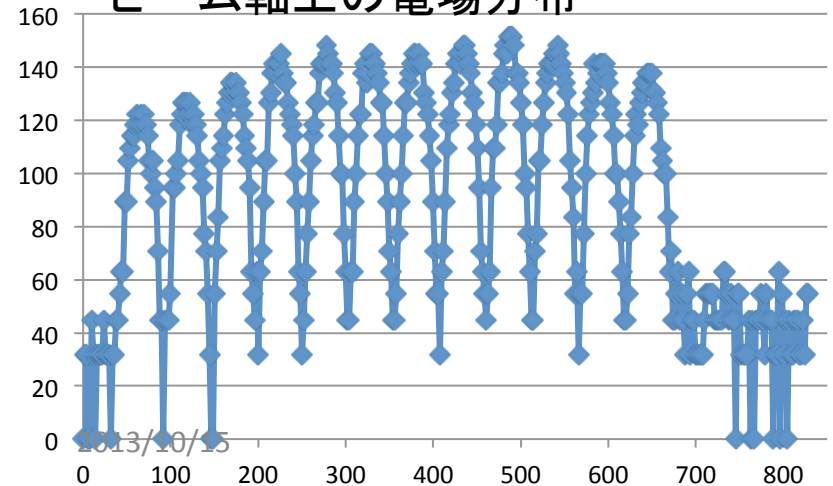
Frequency (π -mode) : 2856 MHz
 Qvalue : 17800
 Coupling β : 1.1
 R/Q : 420 Ω
 Mode separation (π - $10\pi/11$) : 1 MHz



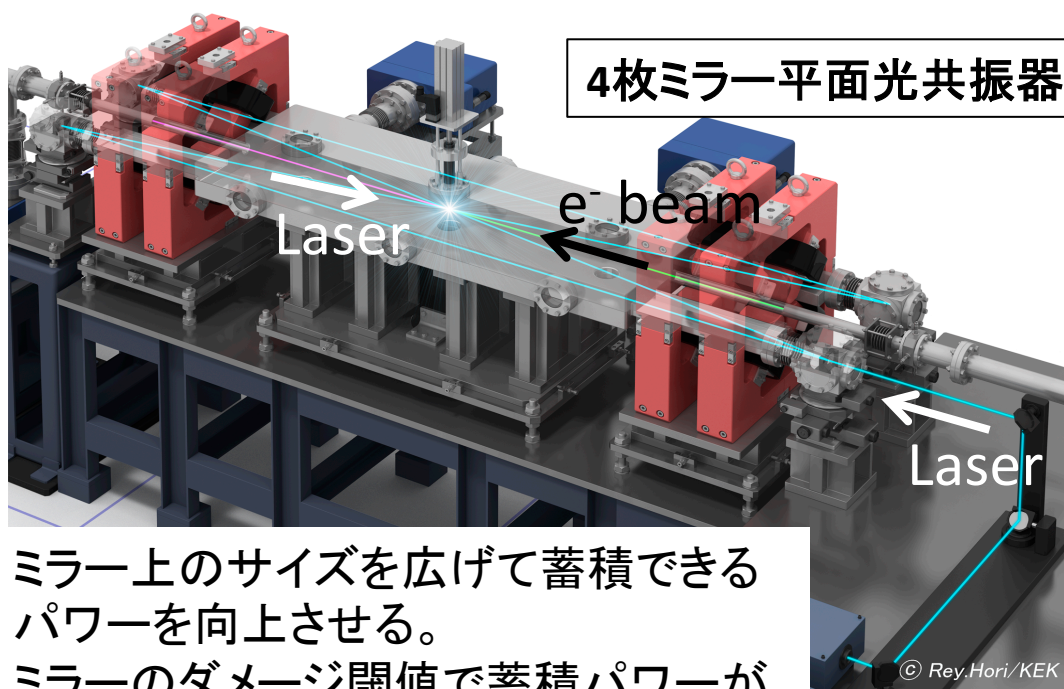
RF Input
Waveguide



ビーム軸上の電場分布



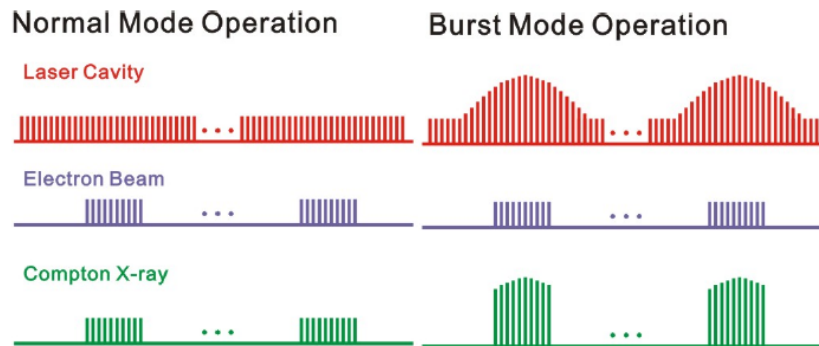
4枚ミラー平面光共振器



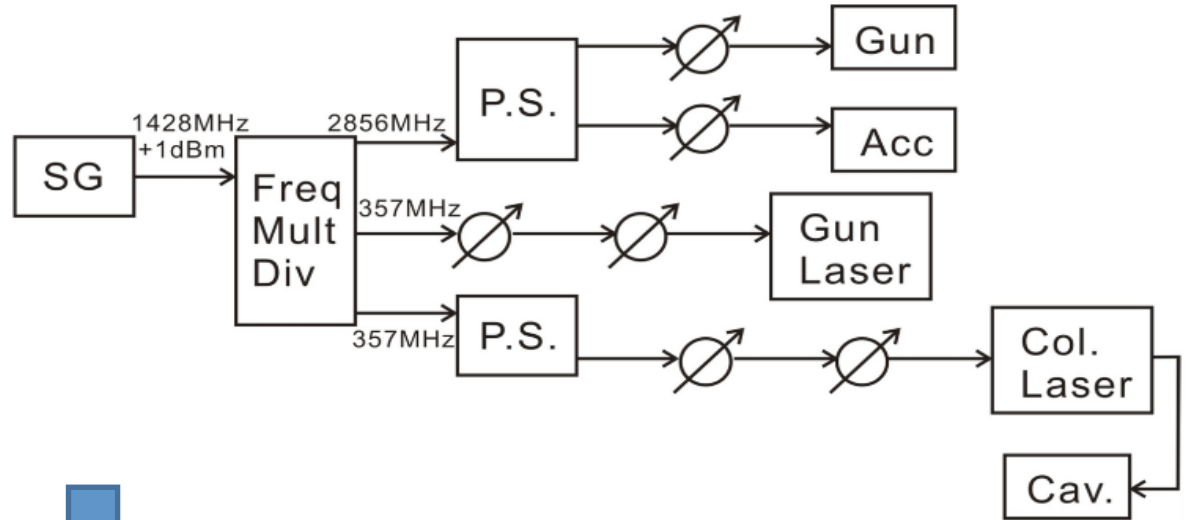
Storage peak power	6mJ/pulse
Waist size(1 σ)	50um X 25 um
Size on Mirrors(1 σ)	2.9mm X 6.4mm
Finesse	1000
Enhancement factor	500
Cavity length	1893mm
Pulse length (FWHM)	7ps
Collision angle	7.5deg

ミラー上のサイズを広げて蓄積できる
パワーを向上させる。
ミラーのダメージ閾値で蓄積パワーが
制限されていたため。

詳しい説明は
坂上君が報告。



タイミングシステム

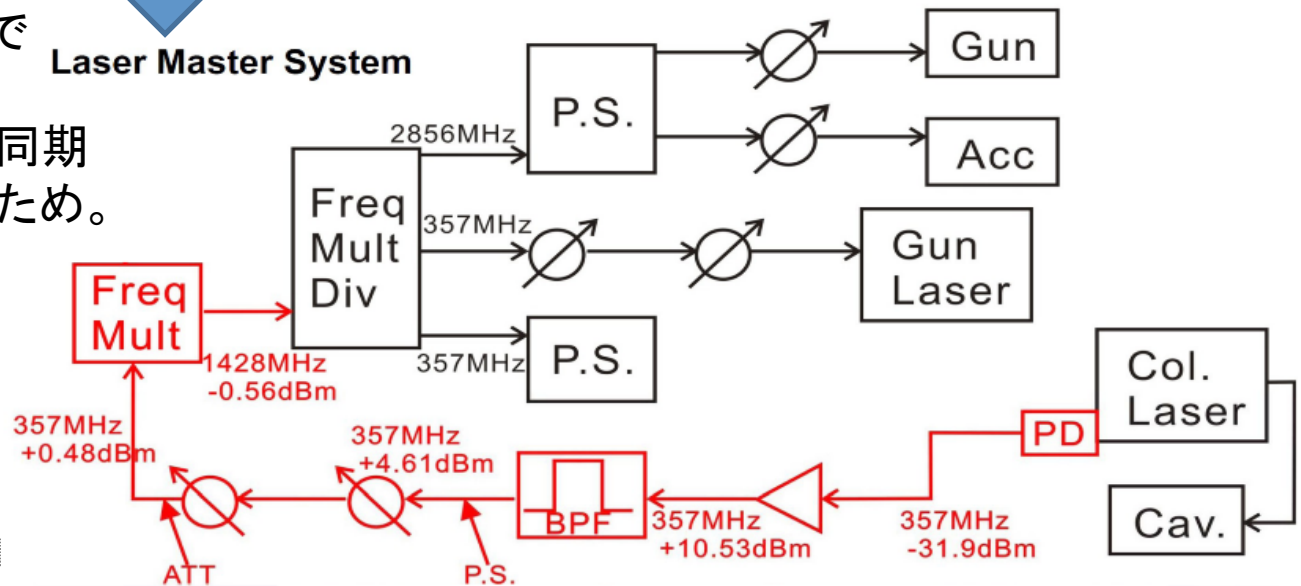


LUCXでは、レーザー共振器の周回周波数をマスタークロックとしている。



共振器長は0.2nmの精度で制御する必要があり、共鳴保持と加速器RFへの同期を同時に行うことは難しいため。

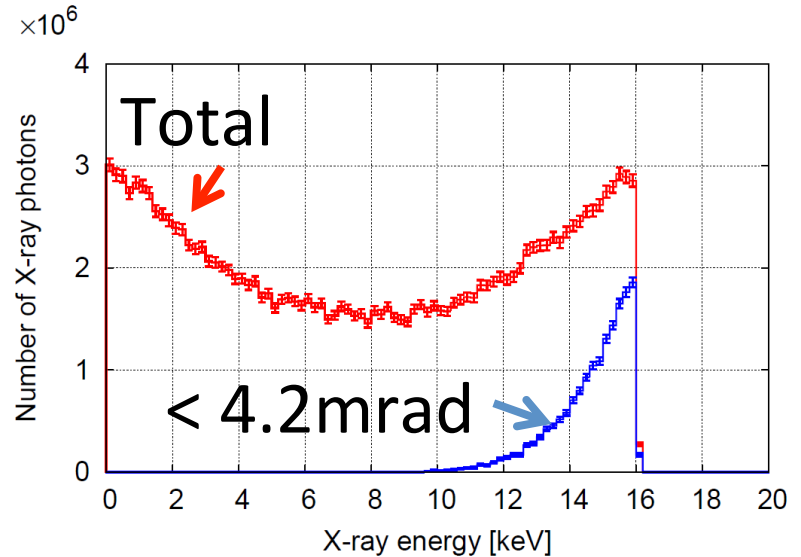
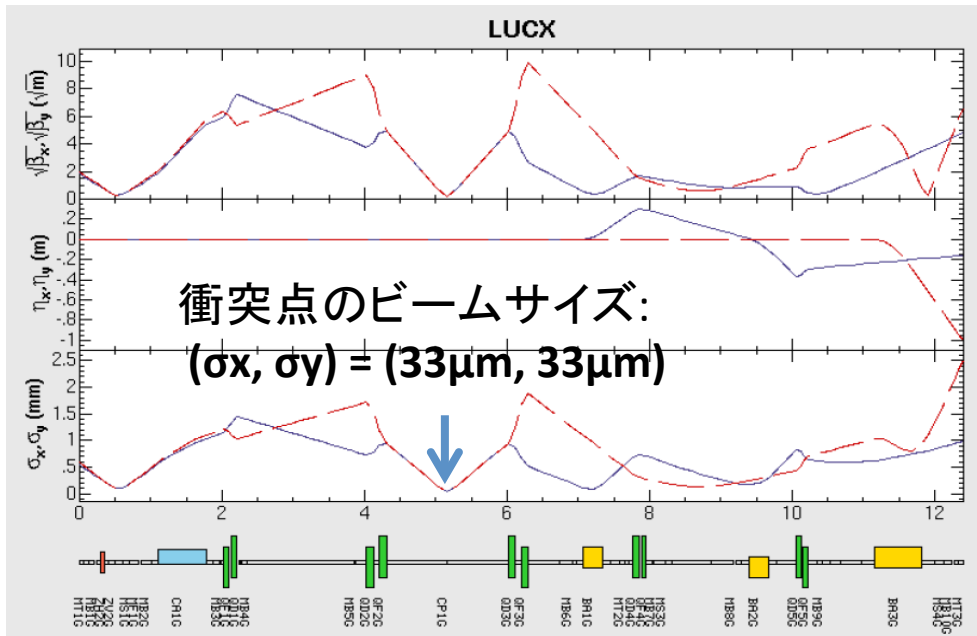
Laser Master System



予想X線数

e⁻ beam
 Energy 30MeV
 Intensity 0.5nC/bunch
 Beam size $\sigma_x, \sigma_y = 33\mu\text{m}, 33\mu\text{m}$
 Pulse width 15ps(FWHM)
 Number of bunch 1000 bunches/train

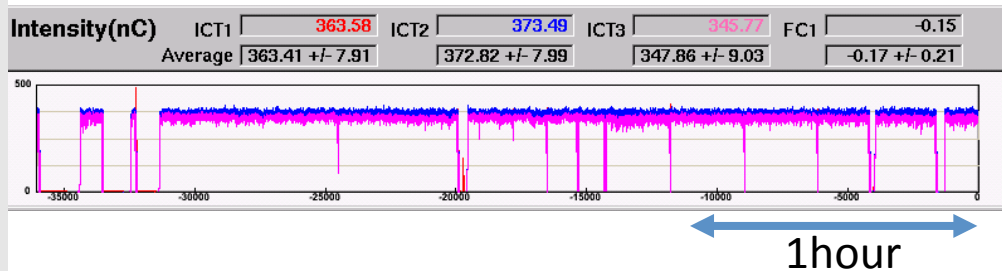
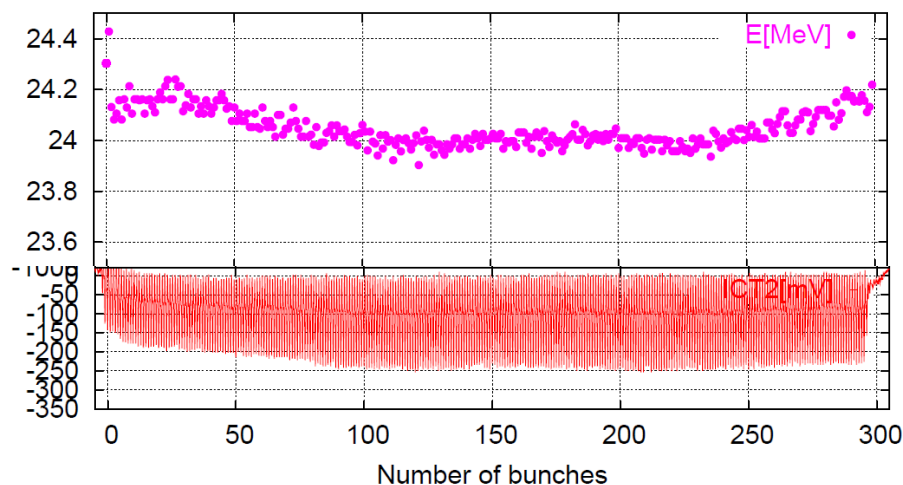
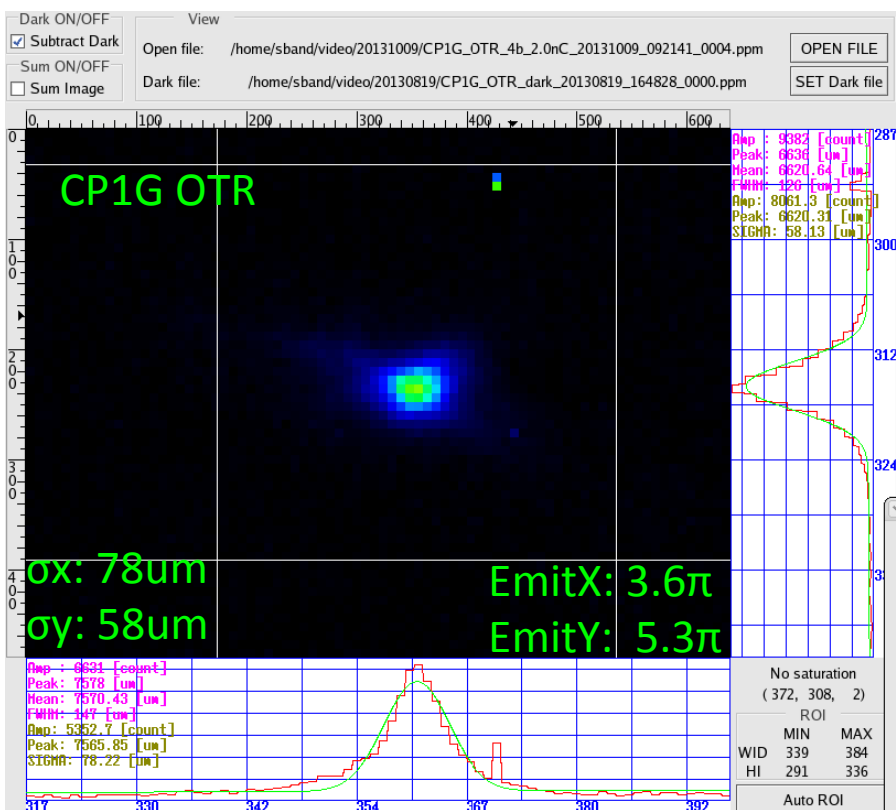
Laser (in Cavity)
 $\lambda = 1064 \text{ nm} (1.17\text{eV})$
 6mJ/bunch
 $\sigma_x, \sigma_y = 50\mu\text{m}, 25\mu\text{m}$
 7ps(FWHM)



検出器に入る個数 (< 4.2mrad)
 1.7×10^7 photons/train (10%BW)

X線実験時の電子ビーム

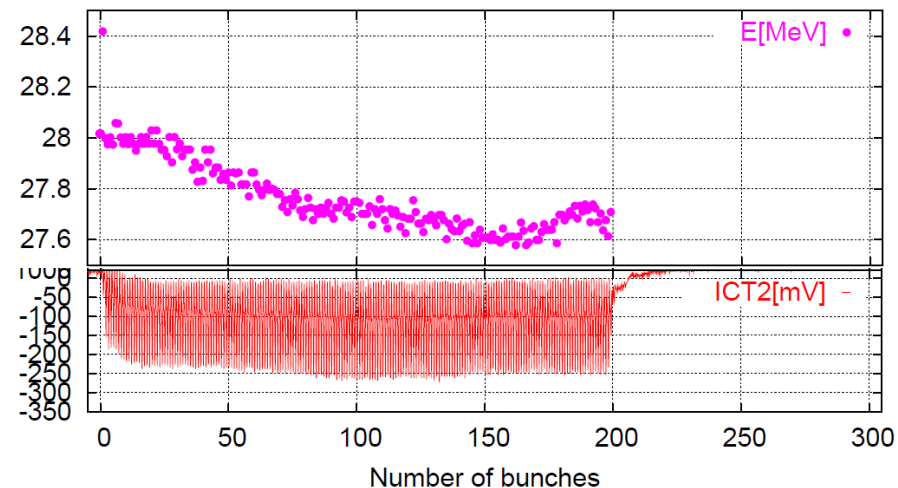
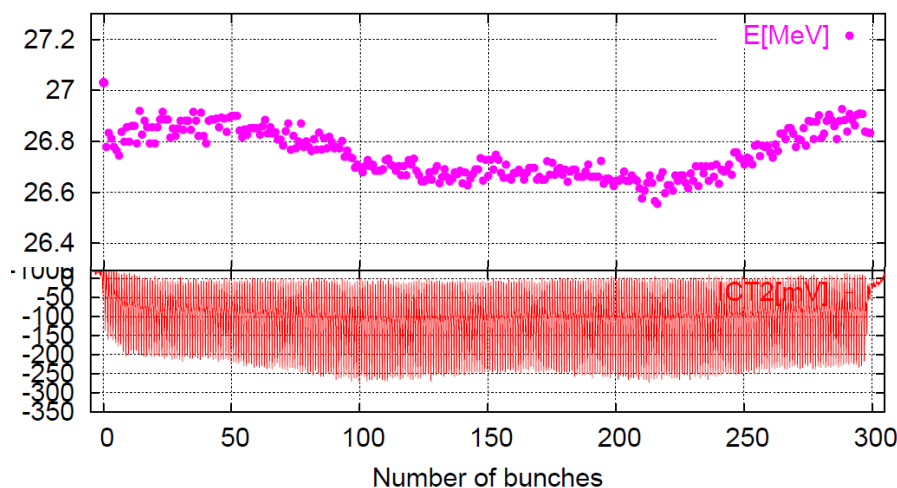
現在、X線実験は24MeV, 380nC, 300bunchesで行っている。
もう少しエネルギーは上げられるが、放電頻度が高いため24MeVに下げている。



放電頻度は30-60分に1回くらい。

マルチバンチビームの調整

27, 28MeV運転での調整も行っている。
 まだ放電頻度が10-20分に1回と高いため、X線実験では使用していない。



Energy [MeV]	Current [nC/pulse]	Num of bunch	SigX [um]	SigY [um]	EmitX [mm mrad]	EmitY [mm mrad]
24	380	300	80	60	3.6 π	5.3 π
27	380	300	75	50	4.4 π	5.4 π
28	260	200	70	50	4.5 π	7.0 π

今後の予定

- まとめと今後
 - 現在、X線実験時は24MeV, 380nC, 300バンチで運転している。また、27MeV, 300バンチ、および28MeV, 200バンチ運転で調整中。
 - 今後は30MeVまでエネルギーを上げる、およびバンチ数を増やすことを優先してビーム調整を行っていく予定。
 - このためにはRFパワーを上げ、パルス幅を伸ばす必要があるため、RF agingを続けていく。
 - X線実験時のパワーはGun 15MW, 2.0us および 加速管 30MW, 2.1us。28MeV運転では Gun 17MW, 1.7usおよび 加速管40MW, 1.8us。
 - 30MeVを出すためには Gun 21MW, 加速管 46MWまで上げる必要がある。(Gun 9.5MeV, ACC +20.5MeV)
 - 今年度は1000バンチ達成が目標のため、RFのパルス幅は4.0usまで伸ばすことを目指す。
- 4枚ミラー平面光共振器、X線実験については、次の坂上君の発表で報告。