

ATF2における 2nd bunchビームサイズ測定

加納勇也

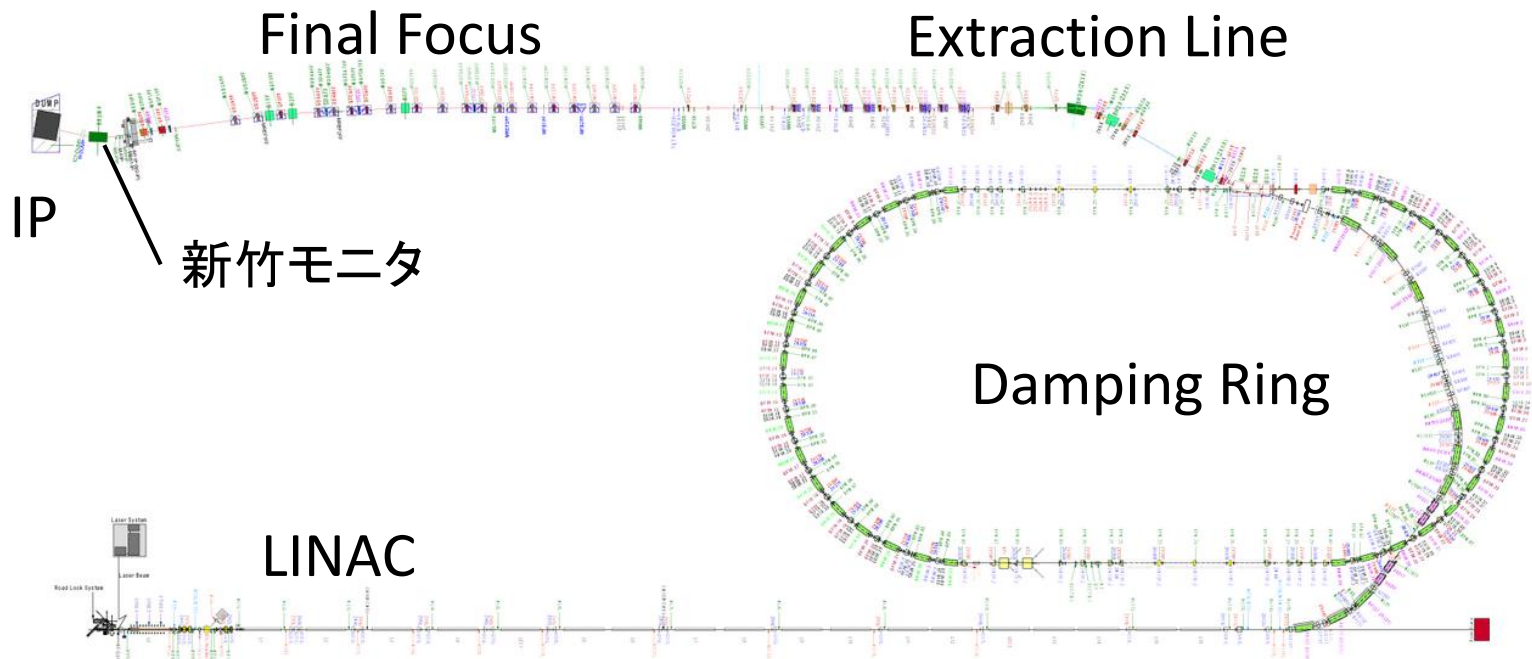
東京大学M2

2015年7月21日 ILC夏の合宿

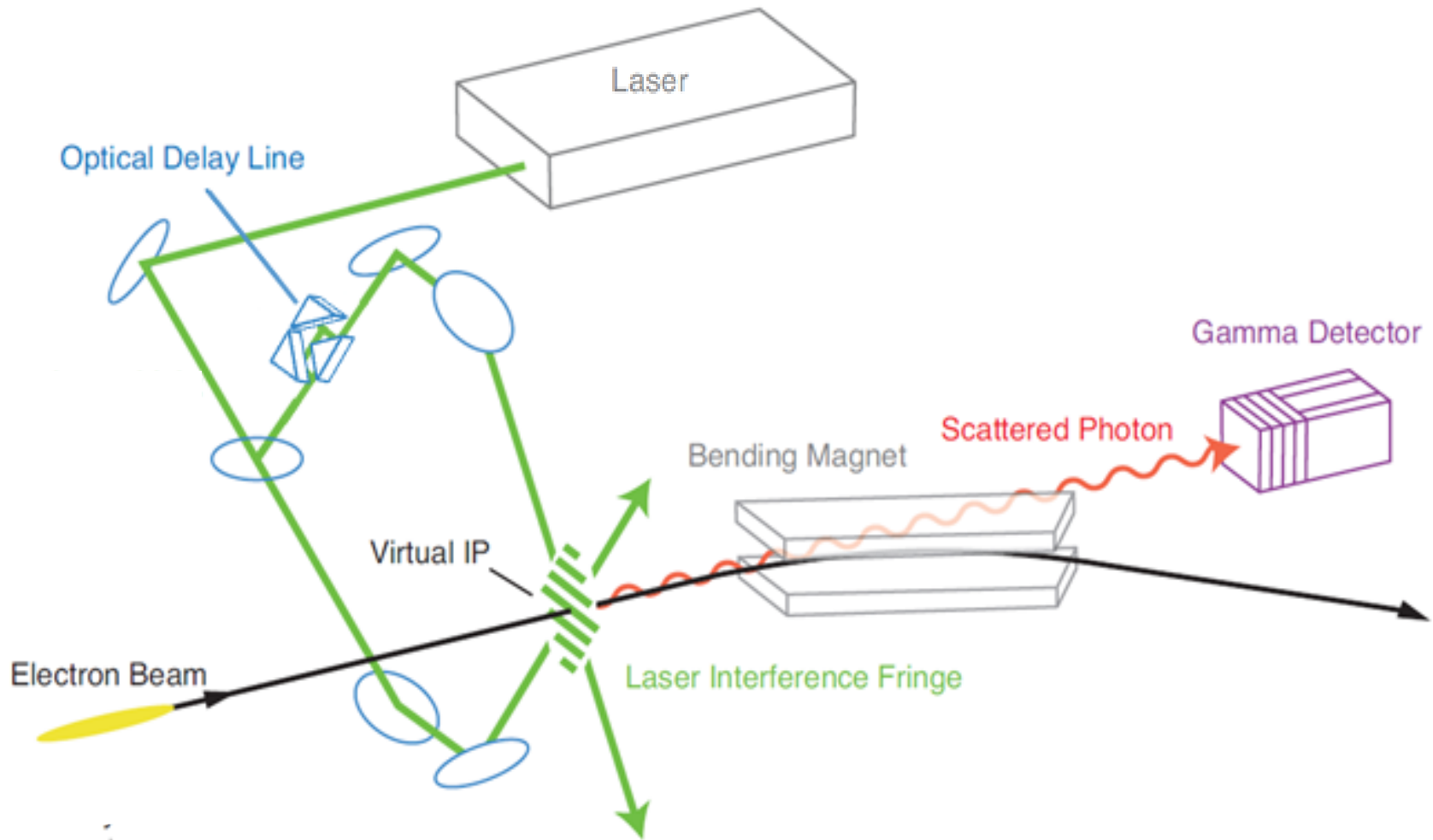
イントロダクション

ATF加速器

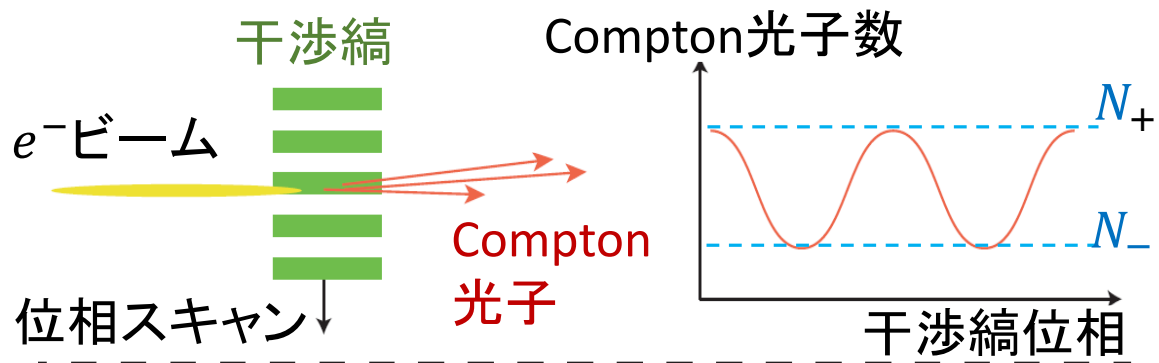
- ILCで用いる加速器技術を実証するための試験施設
- $E = 1.3 \text{ GeV}$ 、極小サイズの電子ビーム(目標値: $\sigma_y = 37 \text{ nm}$)
- 新竹モニタを用いてビームサイズを測定



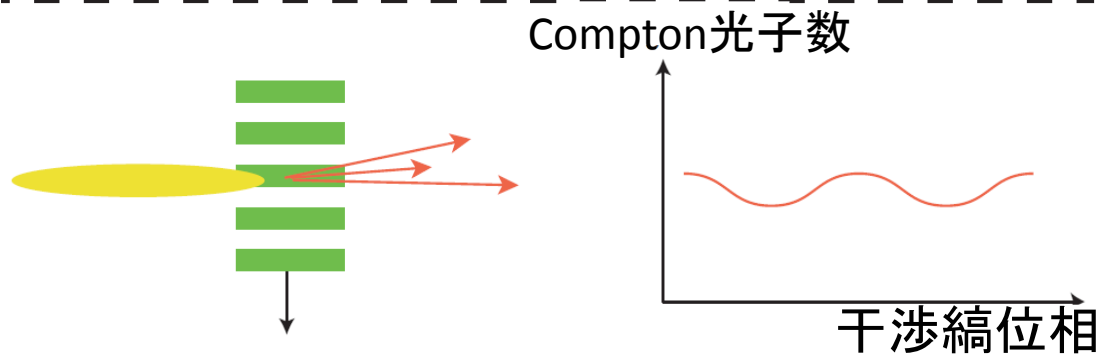
新竹モニタ: セットアップ



新竹モニタ: 原理

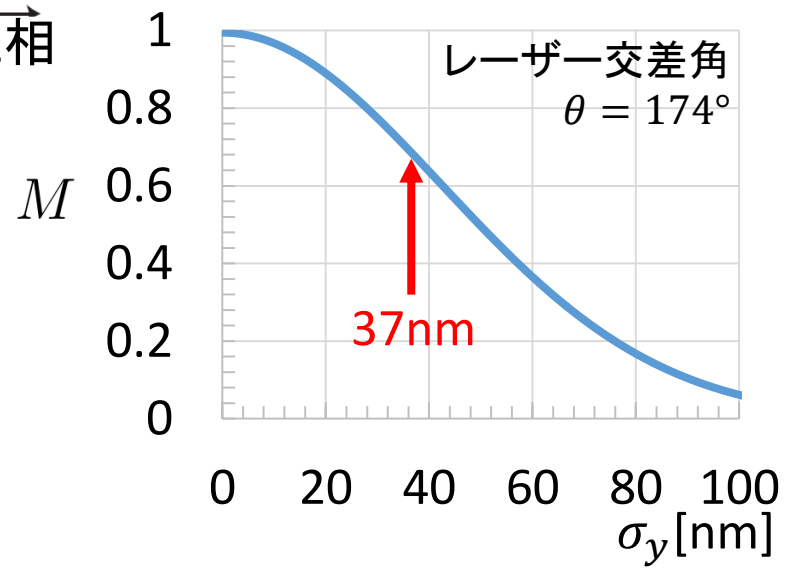


ビームサイズ小 $\Rightarrow M$ 大



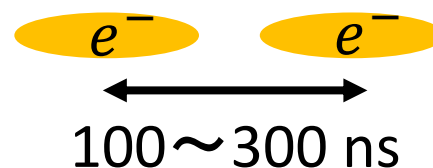
ビームサイズ大 $\Rightarrow M$ 小

Modulation depth: $M = \frac{N_+ - N_-}{N_+ + N_-}$



2nd bunchビームサイズ測定のための目的

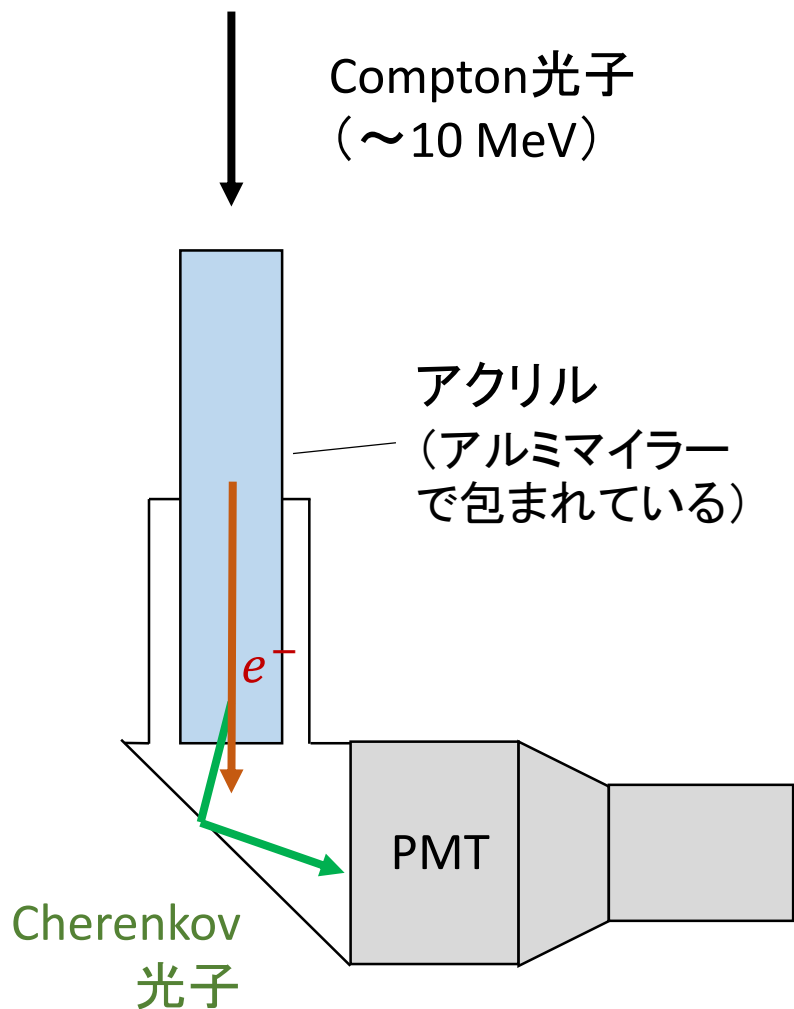
- 2バンチビーム運転:
1つのパルスに2つのバンチ



- 研究目的:
2バンチビーム運転において、2つのバンチのビームサイズをそれぞれ測定すること
 - 1st/2nd bunchのビームサイズの比較
 - 2つのビームサイズが一致することが期待される
これを検証
 - Intra-train beam orbit feedbackによる、IPにおけるビーム軌道安定化の検証(後述)

ガンマ線検出器の改良

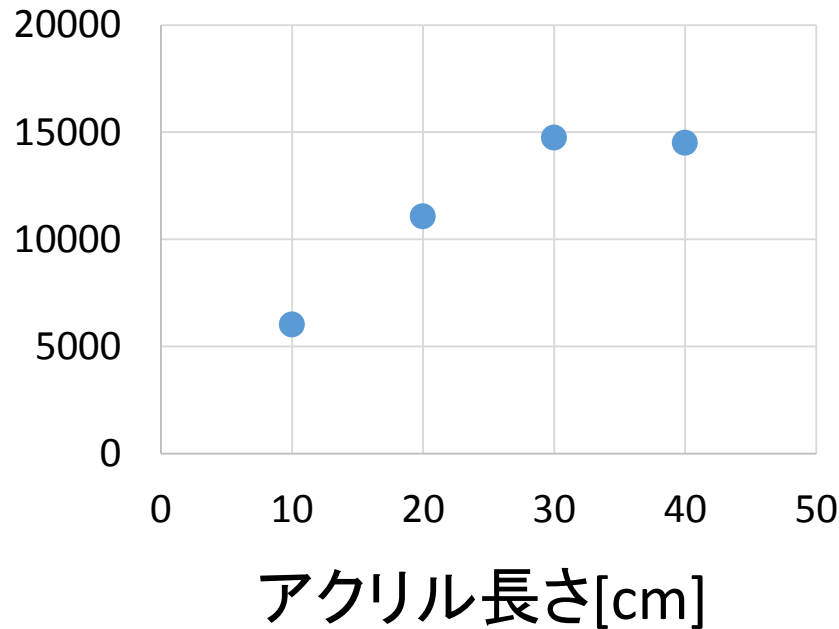
アクリルチェレンコフ検出器



- ガンマ線検出器として、今まではCsI(Tl)シンチレータを使っていた
 - パルス幅が数 μ sで、2つのバッチのパルスに分けて測定できない!
- 200 ns程度の時間応答を達成するために、チェレンコフ検出器(アクリル)を用いた
 - パルス幅は約20 nsだった
⇒2つのパルスに分けられる!

アクリルの長さ

チェレンコフ光子数 [a.u.]



- 測定器の光子数分解能をできるだけ良くしたい

⇒測定器の信号量を最大化したい

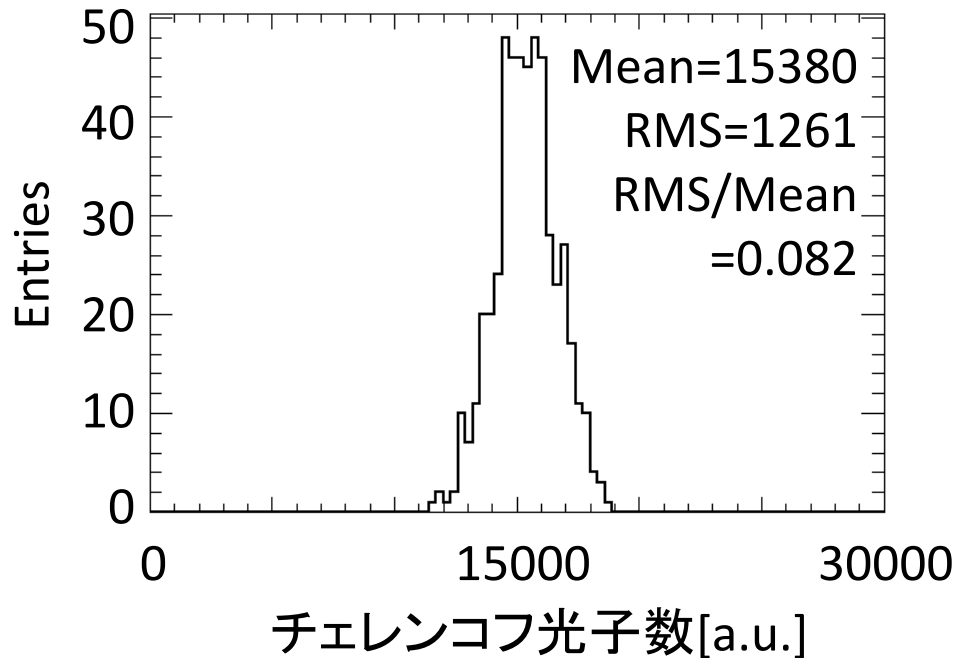
- アクリルを長くすると、対生成で生じる電子の数が増え、信号量が増える

- 放射長程度の長さで、サチっている？

- 左図の結果から、アクリルの長さを30cmで固定した

密度[g/cm ³]	1.2
放射長[cm]	34
e^- 飛程(@10MeV)[cm]	~4
屈折率	1.5

光子数分解能



- アクリルチェレンコフ検出器で得られた光子数分解能は～8%
- CsI(Tl)検出器の場合は～7%で、同程度
- 加えて、アクリルチェレンコフ検出器のほうが時間応答が早い！

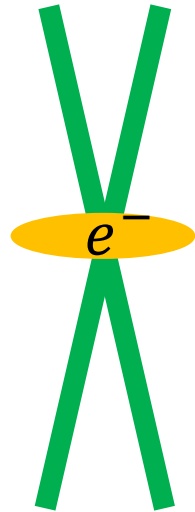
(ビーム強度 = 5×10^9 /pulse)

2nd bunchビームサイズ測定

測定方法

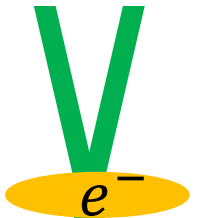
1st bunch測定

e^-

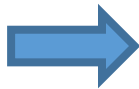


レーザー

2nd bunch測定

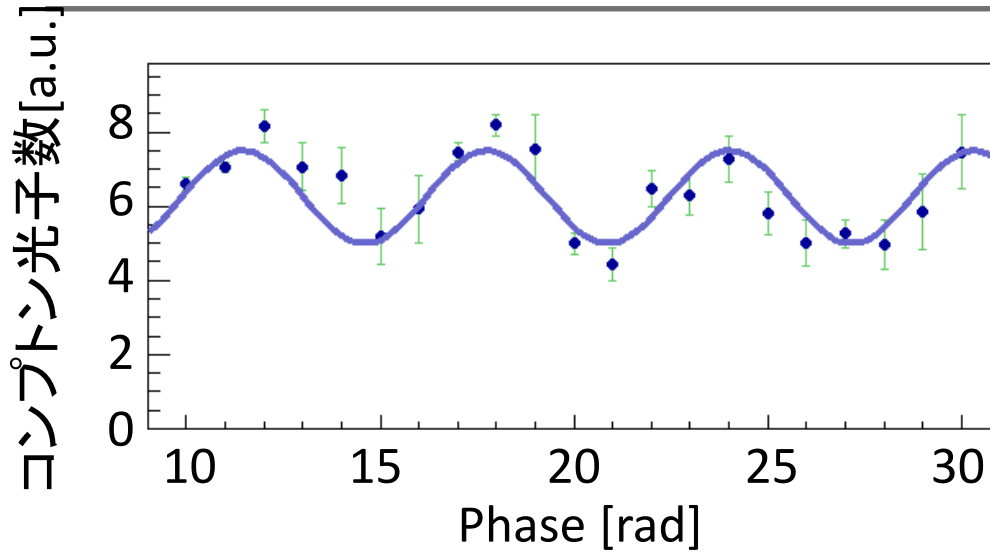


e^-



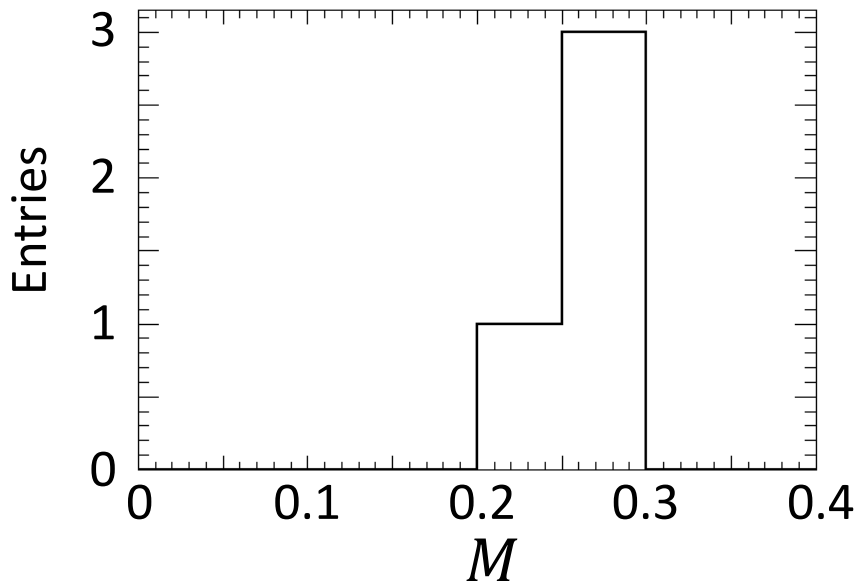
- 新竹モニタのレーザーの発振タイミングを調節することで、それぞれのバンチのビームサイズ測定を行っている

2nd bunch M 測定の結果



$$M = 0.20$$

(各位相に対して測定点を5点とり、平均をとっている)



4回連続測定の結果

平均 $M = 0.26$

$\sigma_y = 69$ nm

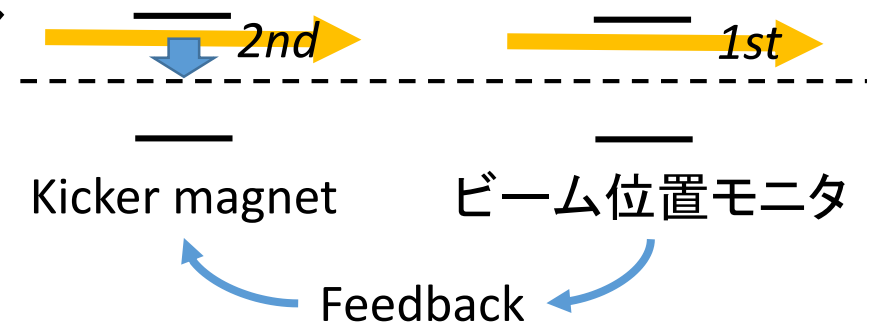
2nd bunchの M 測定を初めて行うことができた！

(laser crossing angle 174 deg,
bunch charge 0.2 nC)

今後の予定: フィードバックのテスト

- FONT (Feedback on Nanosecond Timescales) :
1st bunchから2nd bunchへビーム位置をフィードバックする技術

- 1st bunchのビーム位置を測定し、
2nd bunchにキックを加えて
ビーム位置を補正する
(取り出しラインに設置されたBPMと
kickerを用いる)



- フィードバックによって、2nd bunchのビーム位置ジッターを抑制
→2nd bunchのビームサイズ測定から、ビーム位置ジッターの影響を抑制し、測定値から系統誤差をとりのぞけることが期待される

⇒次のビームランでテストをする予定

まとめ

- 新竹モニタのガンマ線検出器として、アクリルチェレンコフ検出器を用いることで、時間応答を早くできた
- 新竹モニタを用いて、2nd bunchのビームサイズ測定を行うことに成功した
- Intra-train beam orbit feedbackを用いた上でビームサイズ測定を行うことを予定している