

# ハイブリッド運転モードの導入試験

---

2008年11月7日

KEK-PF

高井良太, 島田美帆, 谷本育律, 本田融,  
小林幸則, 三橋利行

# ハイブリッドモード

## ➤ 光源加速器の運転モード

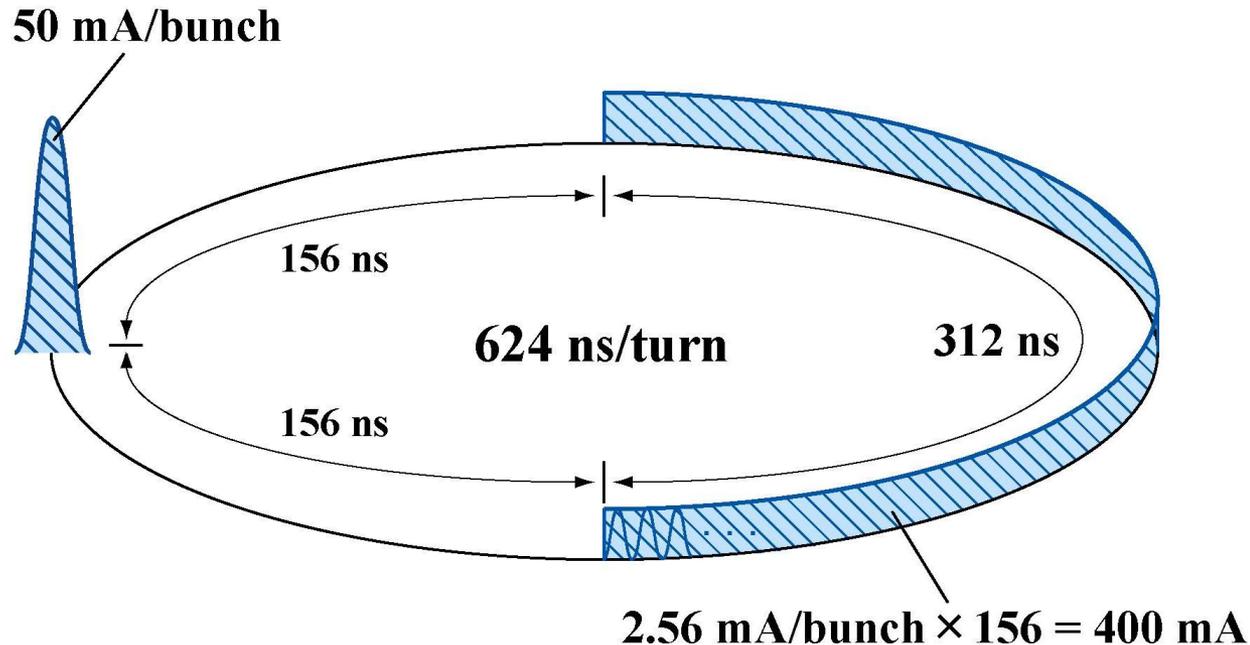
マルチバンチモード: 高い平均強度

シングルバンチモード: 大強度, 短パルス

“ハイブリッドモード”

## ➤ ハイブリッドフィルパターン

ハイブリッドフィル = ローカレントバンチトレイン + ハイカレントシングルバンチ



# 試験手順と問題点

## ➤ 試験手順

- ① リングの半周にマルチバンチを  $400 \text{ mA}$  ( $2.56 \text{ mA/bunch}$ ) 蓄積する。
- ② 残った半周のちょうど中央にシングルバンチを入射する ( $40 \sim 50 \text{ mA}$ )。

ビームプロファイル, 真空度, 発熱などを監視しながら順番にトライ

## ➤ 問題点

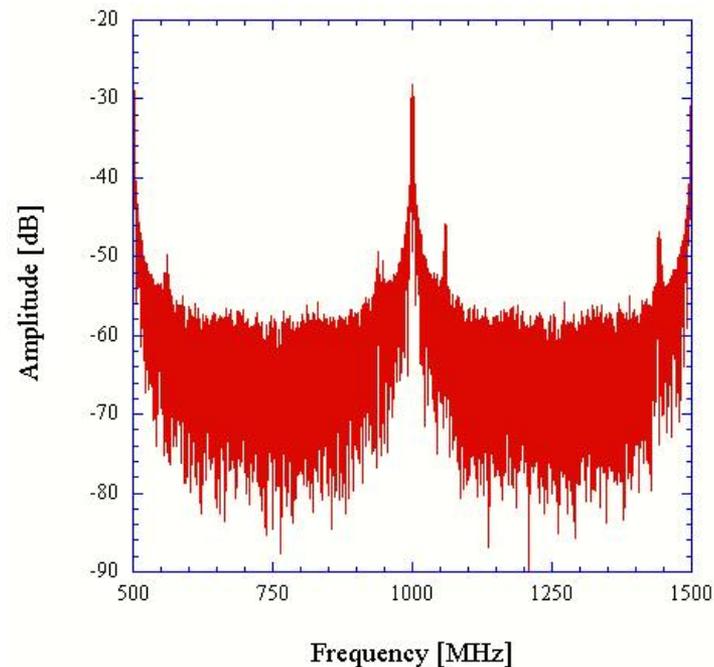
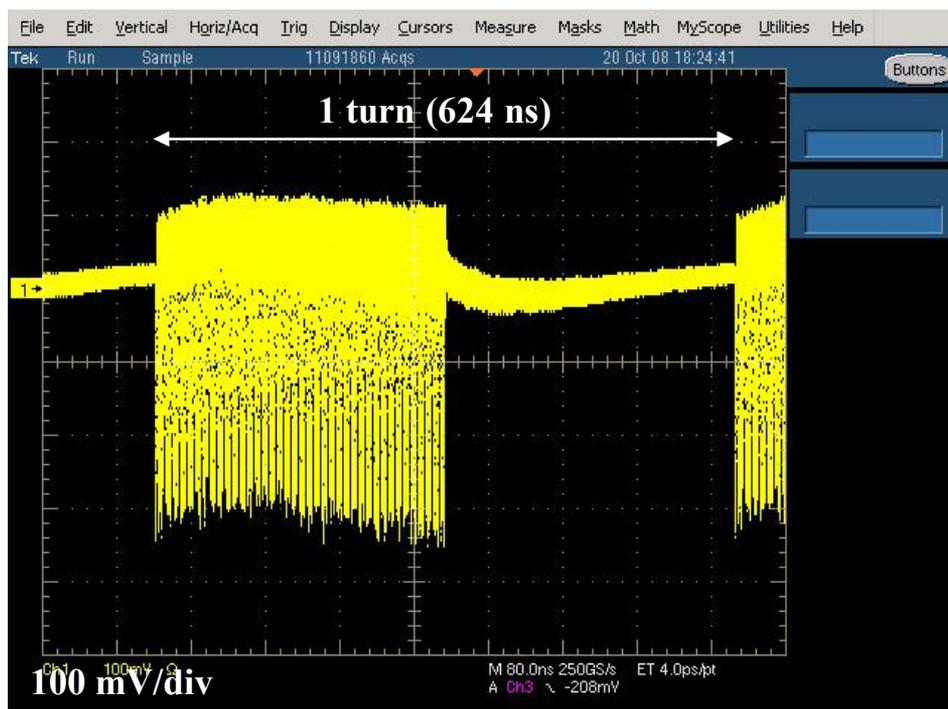
マルチバンチとシングルバンチで信号レベルが大きく異なるため、現有の“バンチ毎フィードバックシステム”を(そのままでは)使用できない!

6極電磁石, 8極電磁石, RF位相変調を用いたビーム不安定性の抑制

# ①マルチバンチのみ

## ➤ フィルパターンとフーリエスペクトル

《 8極電磁石: 15 A, RF位相変調: OFF 》

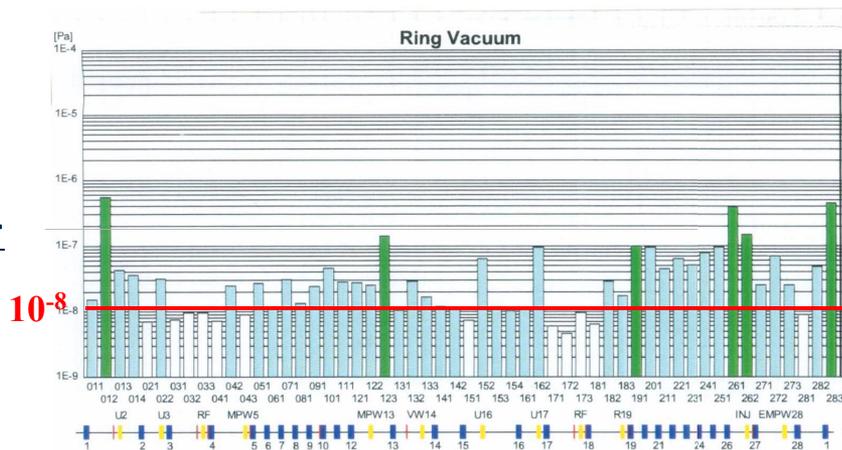


RF周波数: 500.1 MHz (2 ns)  
周回周波数: 1.603 MHz (624 ns)

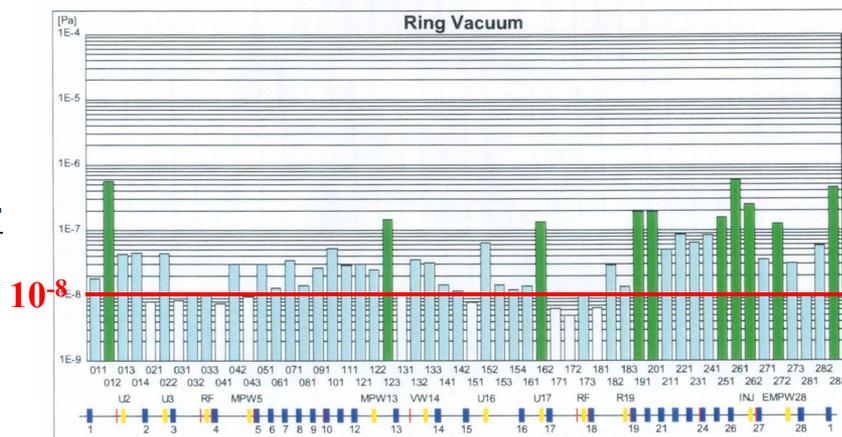
# ①マルチバンチのみ

## ➤ 真空度

280バンチ

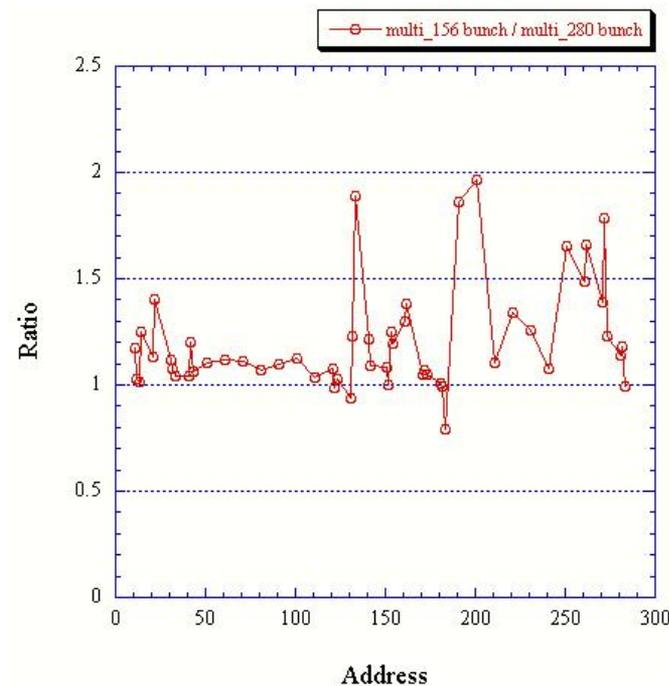


156バンチ



↑  
U2

↑  
U16

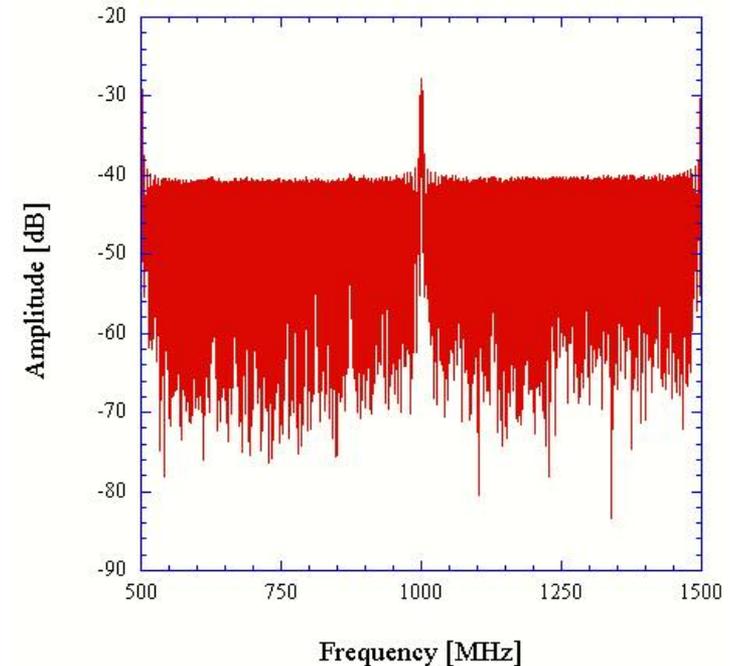
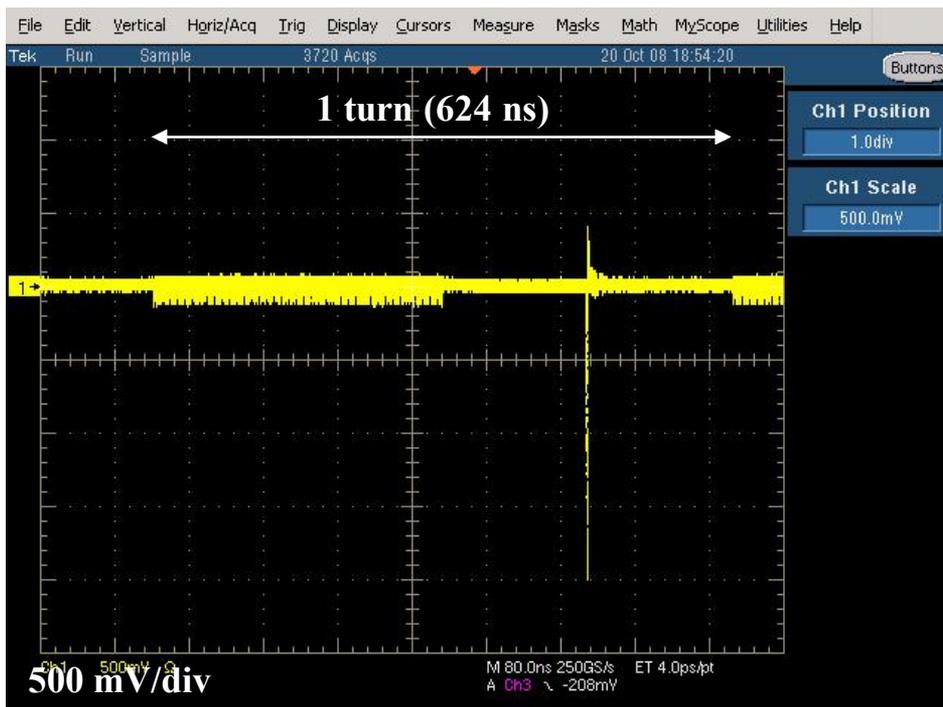


⇒ 通常のマルチバンチ運転とほぼ同様

## ②マルチバンチ+シングルバンチ

### ➤ フィルパターンとフーリエスペクトル

《 6極電磁石: +1.8 %, 8極電磁石: 10 A, RF位相変調: ON 》

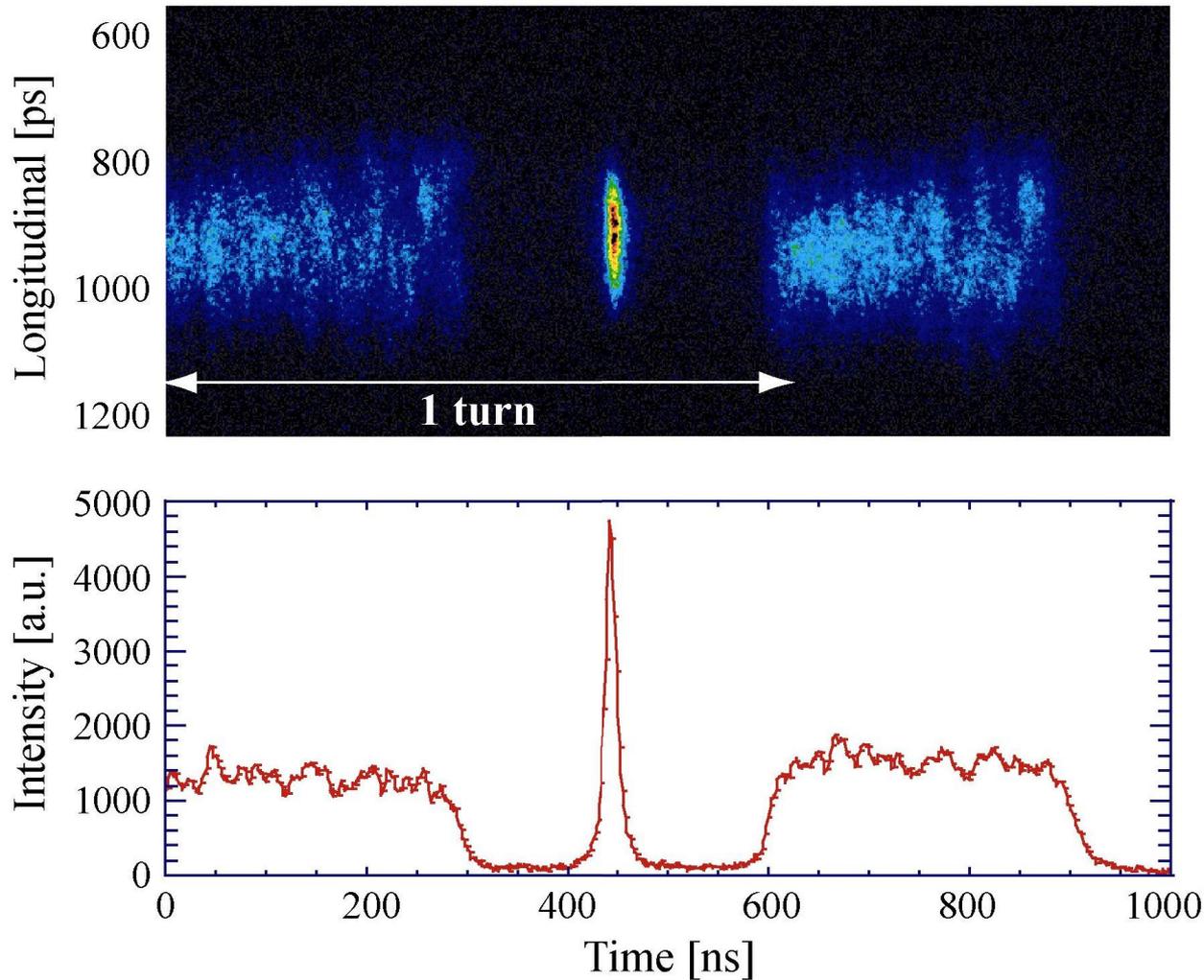


RF周波数: 500.1 MHz (2 ns)  
周回周波数: 1.603 MHz (624 ns)



## ②マルチバンチ+シングルバンチ

### ➤ ストリークカメラで観測したフィルパターン



## まとめ

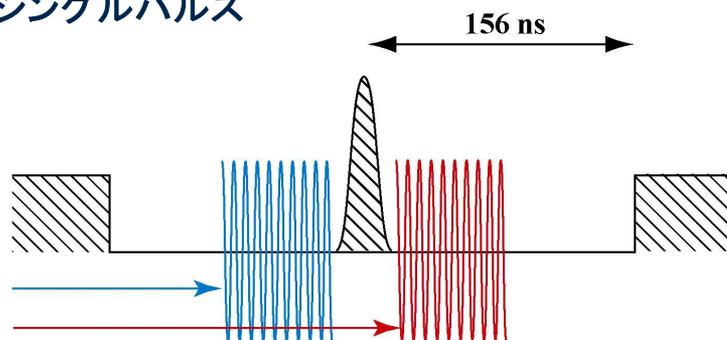
---

- ハイブリッドフィルでのビーム蓄積に成功した。  
(マルチ 400 mA + シングル 50 mA)
- ビーム不安定性は、
  - シングルバンチ ⇒ 6極電磁石
  - マルチバンチ横方向 ⇒ 8極電磁石
  - マルチバンチ縦方向 ⇒ RF位相変調により抑制することができた。
- ビームロスによる真空度の悪化、リング各所の発熱はシングルバンチ運転時と類似していた。

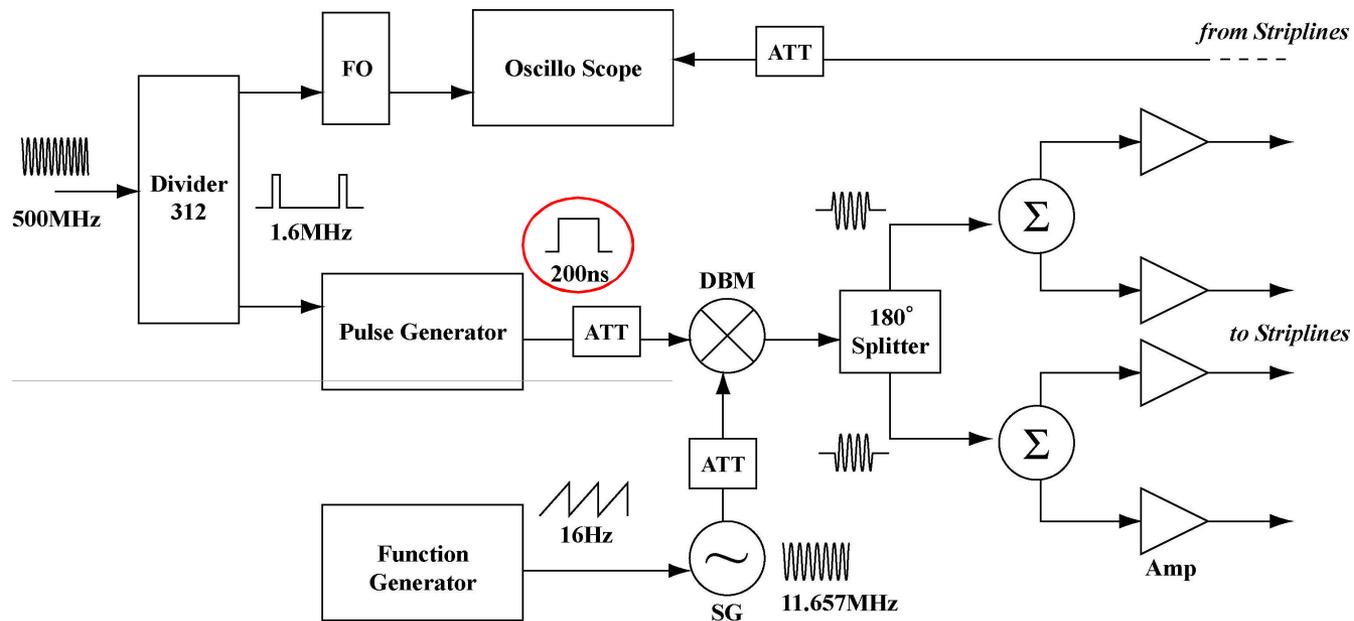
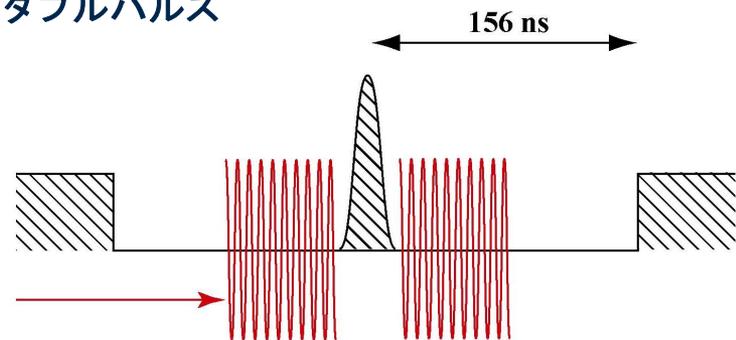
# 実用化への課題

## ➤ シングルバンチの純化

(a) シングルパルス



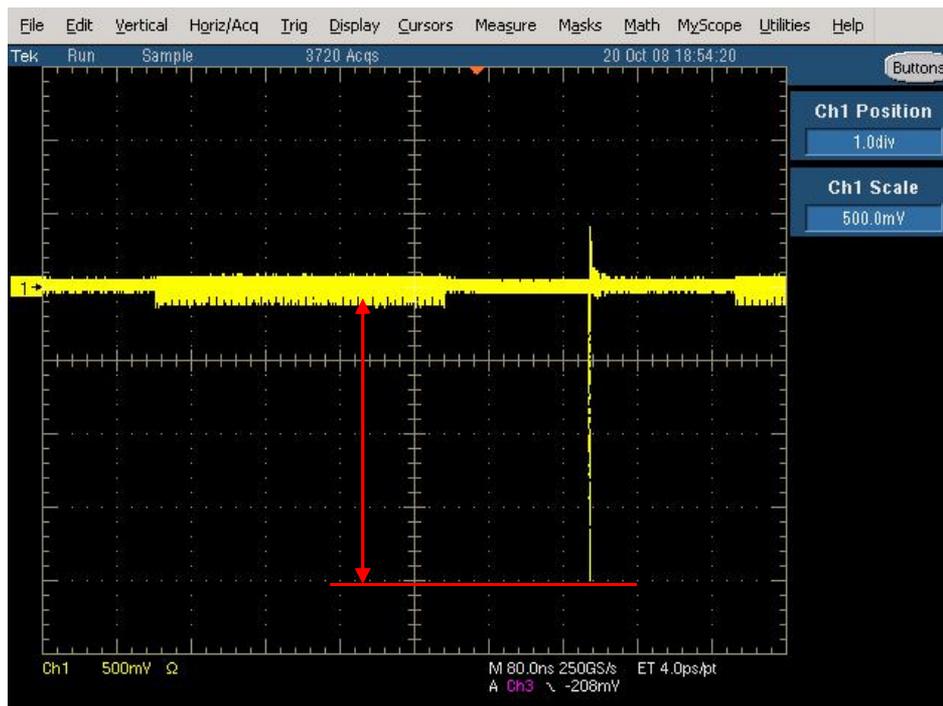
(b) ダブルパルス



# 実用化への課題

## ▶ バンチ毎フィードバックシステム

現状：マルチバンチに対してシングルバンチの信号レベルが高すぎるため、フィードバック処理回路の入力が飽和してしまう。



シングルバンチからの信号に  
マスクをかけたい！



処理回路のファームウェアを  
改良中。来年1月に納入予定

# 実用化への課題

---

- シングルバンチのトップアップ入射
  - ー シングルバンチの寿命が短いため、選択的にトップアップ入射する必要がある。
  - ー 8極電磁石を励磁した状態では入射効率が悪い。
- ビーム電流・寿命の測定方法の見直し
  - ー マルチバンチとシングルバンチを分けて電流・寿命を測定できるようにする。

トップアップ入射でのハイブリッド運転は放射線レベル次第  
ユーザーランにはバンチ毎フィードバックが望ましい。