



Timing/Controls for Pulse-to-pulse Beam Switch

Kazuro Furukawa
for Linac Control Group

Jun. 20. 2008.

Continuous Injection at Two/Three Rings

- ◆ Continuous Injection or Pulse-to-pulse Beam Switch for PF Ring, KEKB e^- , e^+
- ◆ Parameter changes at 50 Hz

- ❖ Magnet

- ✧ Pulsed Bending Magnet (BM_58_1) On/Off
- ✧ Pulsed Steering Magnet (PX_17,21), 4 magnets, On/Off, (Field)
- ✧ Pulsed Coil On/Off, Timing Stand-by
- ✧ The same parameters for other Magnets

- ❖ rf

- ✧ Fast Phase changes at many stations
- ✧ Fast Timing Acc/Stand-by changes
- ✧ Synchronous rf measurements

- ❖ Gun (source)

- ✧ Grid Pulser selection changes
- ✧ Bias voltage and Delay changes

- ❖ Beam Instrumentations

- ✧ Fast synchronous BPM readout at 50Hz (2Hz for now)
- ✧ Synchronous measurement at Wire Scanners, Streak Cameras

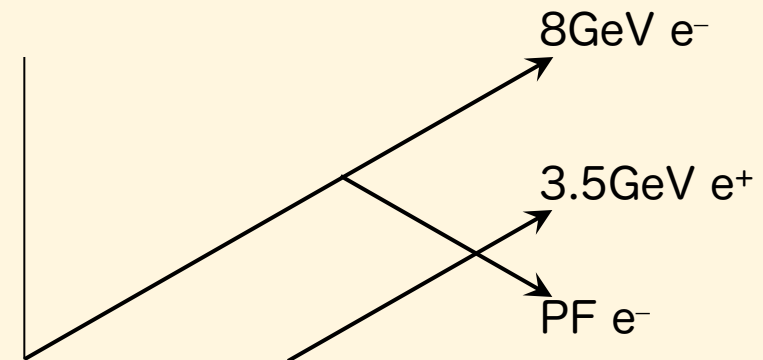
- ❖ Dynamic Beam Repetition or Selection

- ❖ Synchronization of PF-Ring and Sub-Harmonic Bunchers

- ❖ Synchronous Beam Stabilization Feedbacks

- ❖ Parameter Display/Compare/Set Software Panels

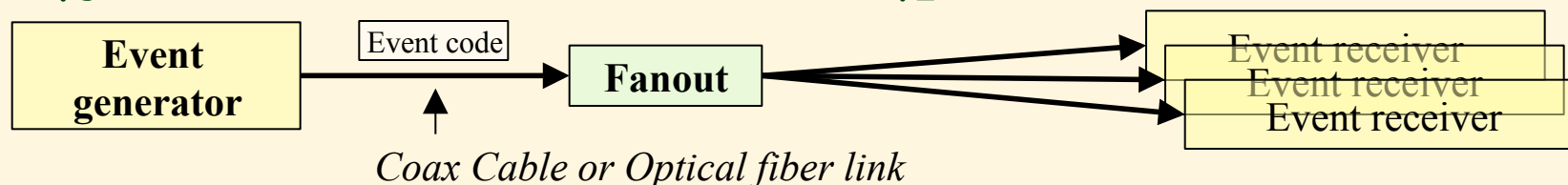
- ❖ Logging, Archiving





Event System

- ◆ 加速器では、速い Timing 信号の他に状態を区別するための遅い信号(Event) の伝達が必要になることが多い
 - ❖ KEKB や Linac では組み合わせで行なってきた
 - ✧ 主に速い Timing を TD4/TD4V で供給する
 - ◆ Timing と rf が必要
 - ✧ (Slow) Event を別の仕組みで供給する
 - ◆ Hardware と Software の組み合わせ
 - ❖ Timing と Event を一つの機構で扱おうとする Event/Timing System が Argonne/SLS/Diamond で開発され複数の研究所で使用されている (Event Generator/Receiver)
 - ✧ 上の Fast Timing, rf, Hardware event, Software Interrupt が一つの機構で扱える、Cable は 1 本だけ
 - ✧ 特に EPICS では EPICS Event と直結することができる



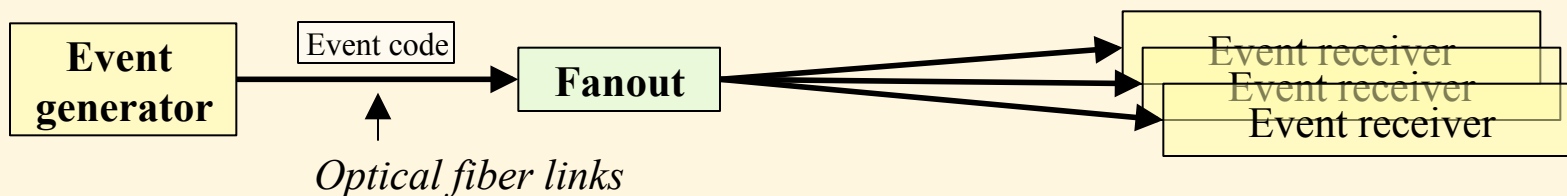
Event System

◆ 複数の加速器での経験を元に設計された、情報を伴った Timing 信号の伝送機構

- ✧ APS at Argonne (ANL/APS)
- ✧ Swiss Light Source (PSI/SLS)
- ✧ DIAMOND
- ✧ (TRISTAN, KEKB, Linac)

❖ 新しい Event System (EVG/EVR-200/230)

- ✧ 多数の加速器で採用 (予定)
 - ◆ DIAMOND, SLS, BEPCII, LCLS, Shanghai, KEK-Linac, Austraria, ...
 - ◆ (SNS), (LANL), (BNL), ...
- ✧ 高機能
 - ◆ Bit rate 2.5Gbps まで, Event rate (及び 内部 rf) 50-125MHz, ~10ps,
 - ◆ 8bit signal, 2kbyte data buffer, EPICS support



The stimulus to send an event can be:

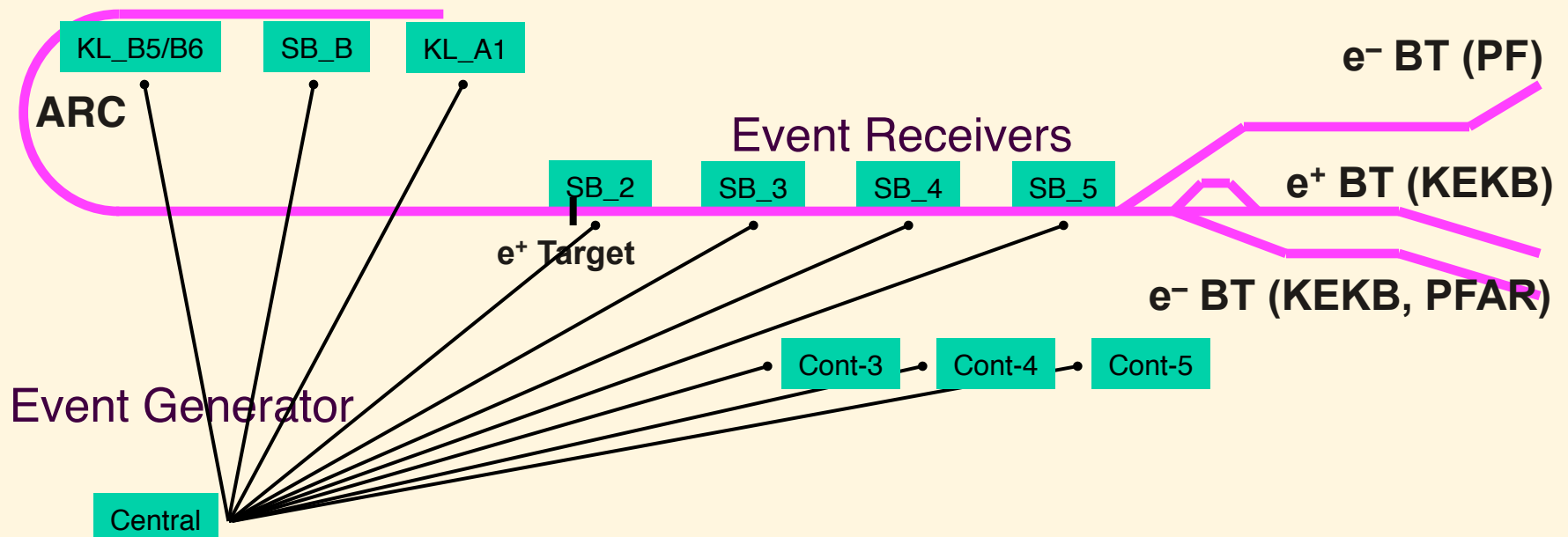
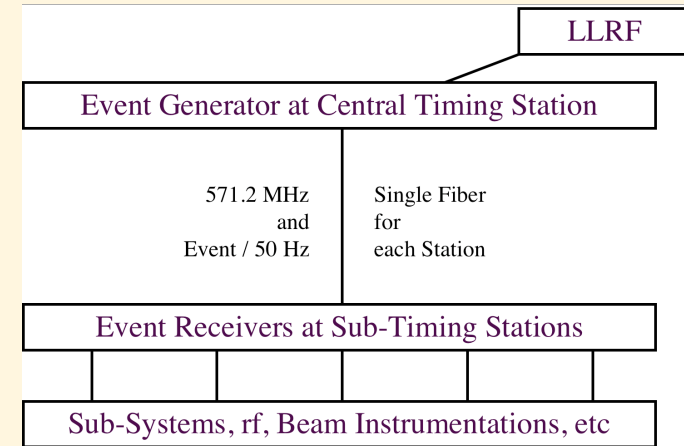
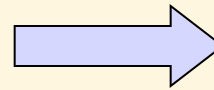
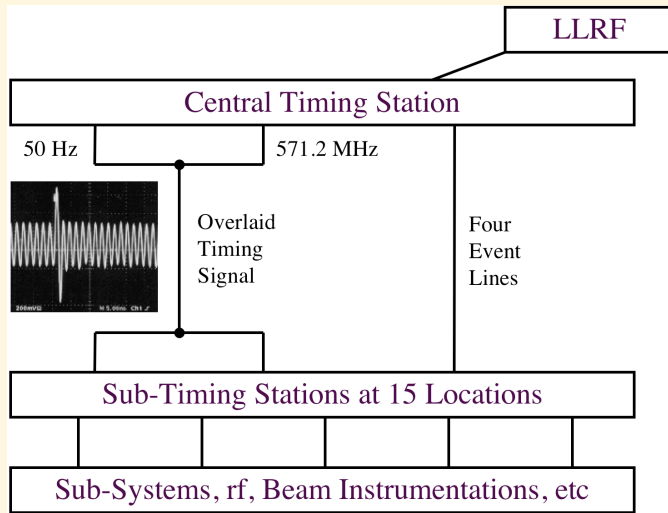
- **pulse on a hardware input**
- **software event** (write to a register)
- an entry in an **event playback RAM**

When an event code is received the receiver can:

- **output a pulse, of specified delay and width**
- **trigger a software action (process an EPICS record)**

Each event receiver can be programmed to respond in a different way to the same event code.

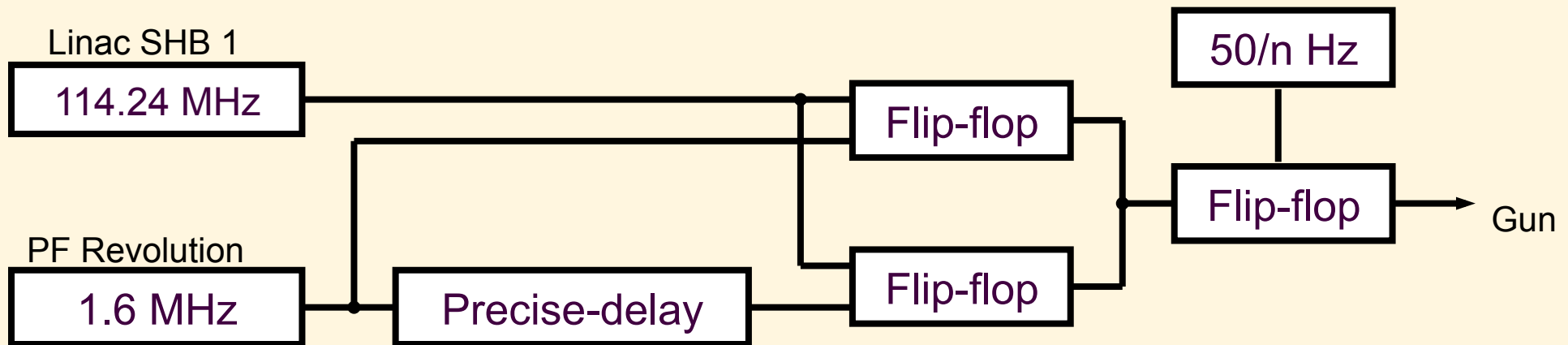
Event System Plan from Fall 2008



Linac - PF-Ring Synchronization

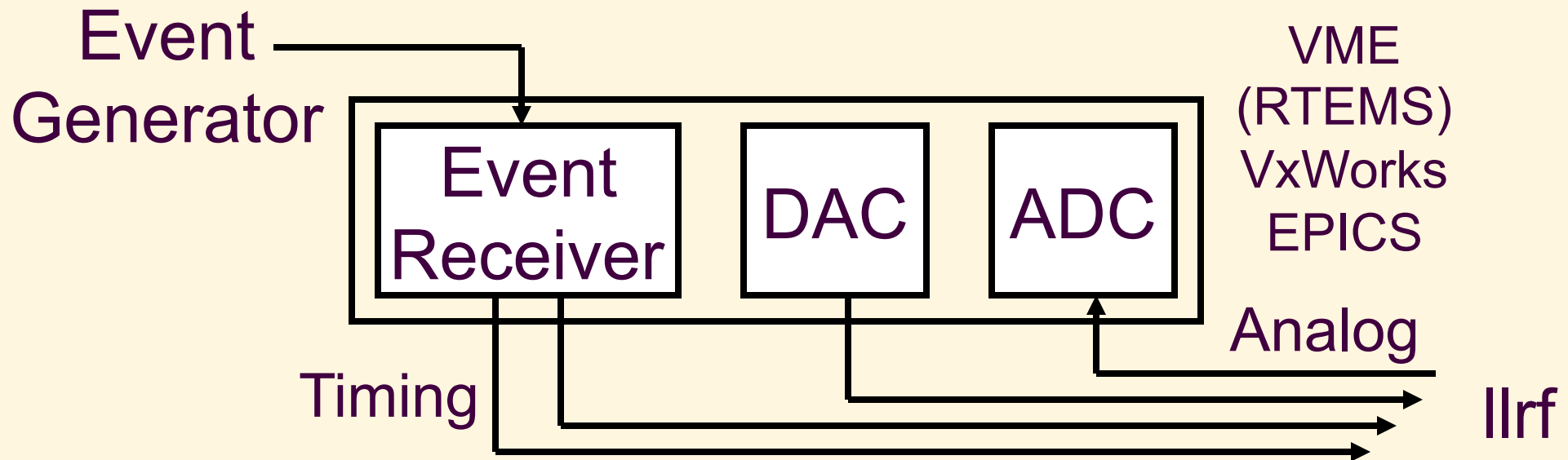
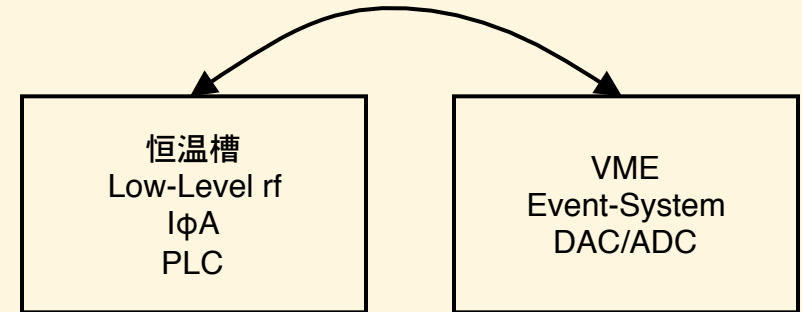
◆新しい同期回路

- ❖ 114.24 MHz は既に KEKB リングの周長補正のために決定されている。一方、PF リングも同様の周長補正を行うため、その巡回周波数 1.6 MHz は独立に決定される。
- ❖ 下の回路はこれらの独立の rf 周波数からジッター 700ps を許して同期タイミングを探すもの（最小 300ps）。この回路自体は通常 10 kHz 以上の出力があり、商用周波数 50Hz と遅い同期をさせてパルス繰り返し信号を作っている。



Rf 位相制御

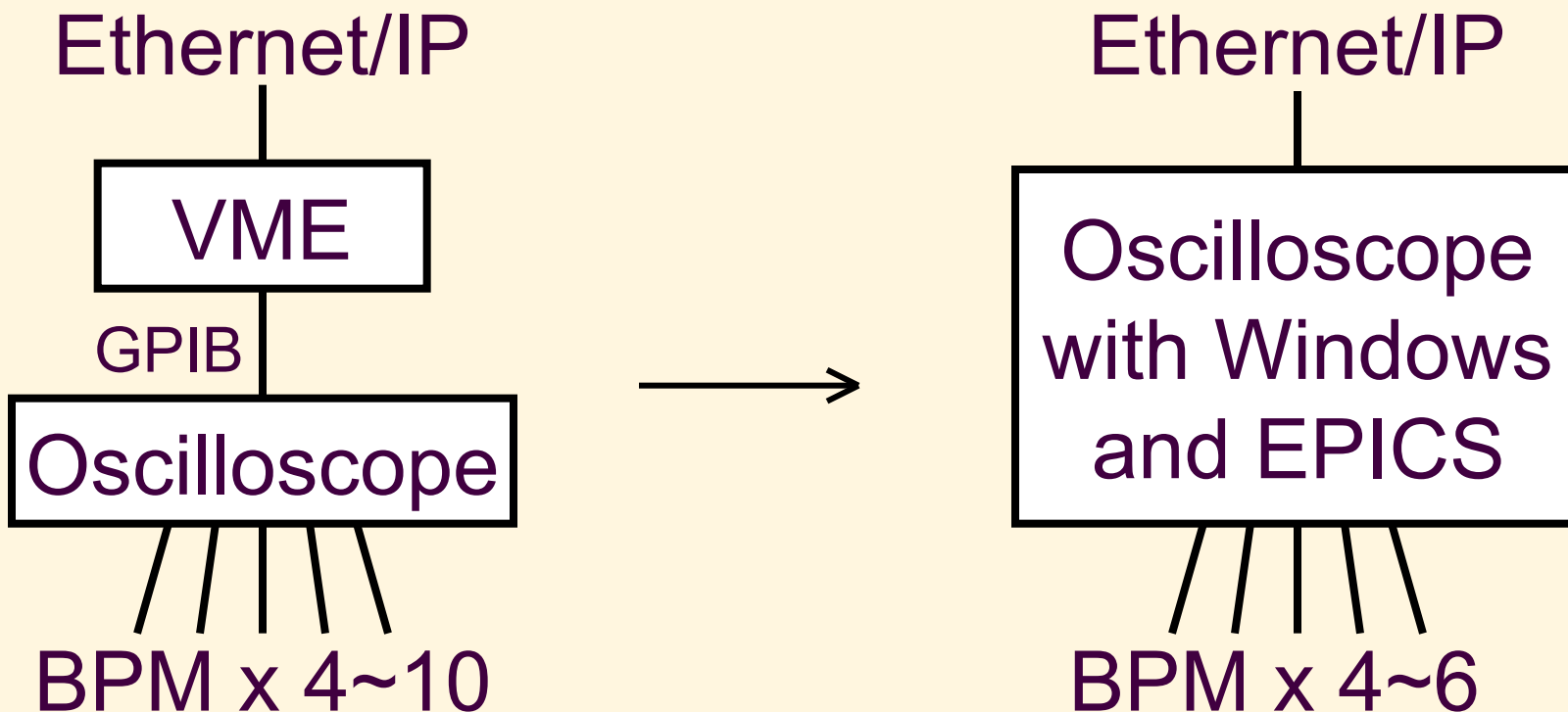
- ◆現在は PLC の DAC/ADC で $I\phi A$ を制御
- ◆速い切り替えの方法を模索していたが、VME の DAC/ADC を使用する方向で Software 試験中



Fast BPM Read-out

◆新しい高速 BPM 読み出し

❖ BPM の読み出しは約 20 のステーションで行われるが、これまで使用してきた測定系（左）では 1 秒に 1 回の測定しかできなかったが、一部運用を開始した測定系（右）では 1 秒に 50 回以上の測定が可能となる。また、Oscilloscope (DPO7104) の上で EPICS が動作するので分散処理が容易になる。





現状

◆ PF-Ring、SHB 同期

- ❖ 要求の許容幅 700ps jitter では入射試験済み
- ❖ 禁止帯の対応 (?), 300ps まで対応可

◆ Event Module

- ❖ Hardware の試験は一昨年から継続
- ❖ 新しい Software/Firmware の試験と改造をほぼ終了
- ❖ 実用 Software/Database の構築中

◆ Rf 位相設定

- ❖ ADC, DAC 用 Software 使用中

◆ Pulse Magnet/Steering

- ❖ これから試験

◆ 高速 BPM

- ❖ 新 Oscilloscope 運用中
- ❖ EPICS Software 開発中、50Hz 開発中



制御

- ◆ 制御系のパラメータにビームモードの概念
 - ❖ 複数の仮想加速器に対して運転操作を行う
 - ❖ パラメータによっては仮想加速器毎に独立の値
 - ❖ パラメータによっては仮想加速器間の妥協点の値
 - ❖ 他のパラメータは共通
- ◆ モニタ読み出し機構にもビームモードの概念
 - ❖ 履歴にも...
- ◆ 漏れのない監視機構の開発
- ◆ PF - KEKB Compatible Optics の開発と平行して試験
- ◆ その他 (Stealth) Beam Diagnosis (例えば Phasing) も可能であれば...

Beam Operation

◆ KEKB と PF-Ring の双方に入射している状態では

- ❖ 例えば、次の表のうちの一つをまず選びさらにその制限内で KEKB / PF-Ring（独立に）繰り返しを選んでもらう

| KEKB | PF-Ring |
|---------|---------|
| 50 Hz | 0 Hz |
| 50-1 Hz | 1 Hz |
| 50-2 Hz | 2 Hz |
| 50-4 Hz | 4 Hz |
| 50-5 Hz | 5 Hz |

| KEKB | PF-Ring |
|----------|----------|
| 50/2 Hz | 50/2Hz |
| 50/4 Hz | 50/4 Hz |
| 50/6 Hz | 50/6 Hz |
| 50/8 Hz | 50/8 Hz |
| 50/10 Hz | 50/10 Hz |

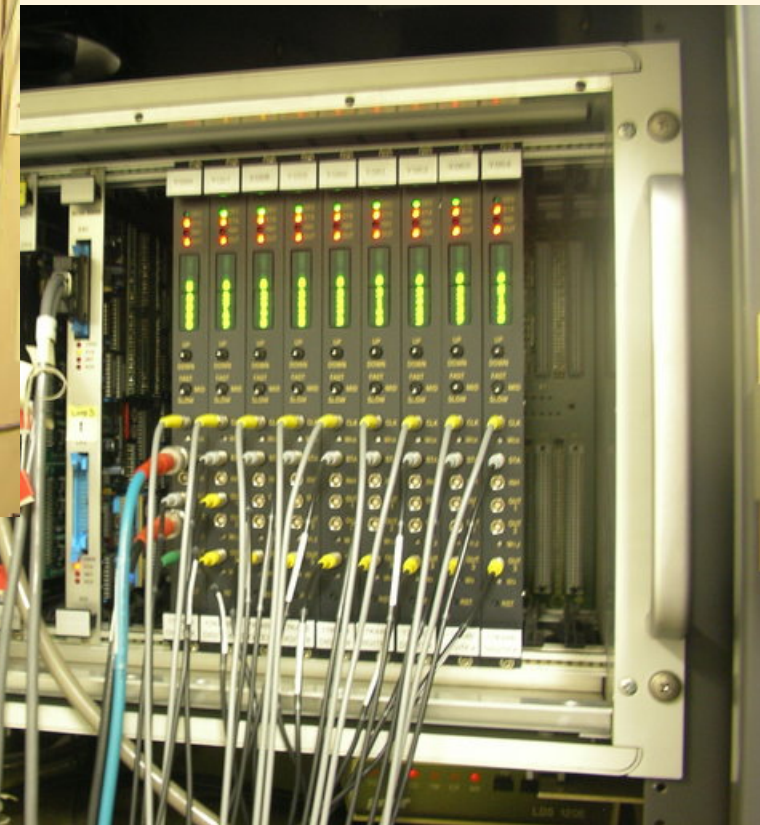
| KEKB | PF-Ring |
|----------|----------|
| 50/5 Hz | 50/5Hz |
| 50/10 Hz | 50/10 Hz |
| 50/20 Hz | 50/20 Hz |
| 50/50 Hz | 50/50 Hz |
| ... | ... |

- ❖ さらに KEKB e^- と e^+ の繰り返しを選ぶ
- ❖ Kicker が許せば、将来、不等間隔入射にも対応する
- ❖ まず 1 秒内の Pulse を自由に選択できる機構ができている

Switching Speed

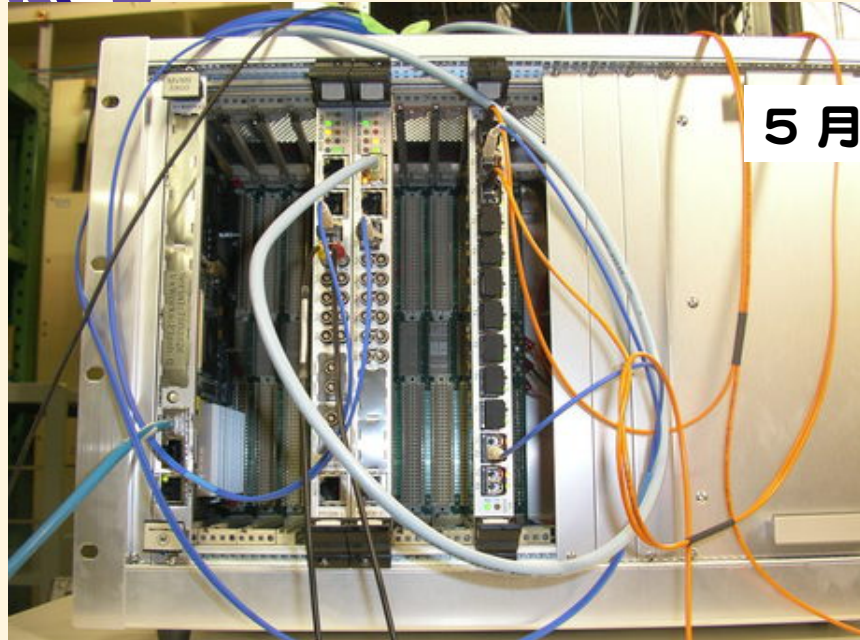
- ◆ 現在は切り替えに 30 秒から 2 分要している
- ◆ 段階的に 50Hz (20ms) まで速度を上げる
 - ❖ まずは Software でも対応可能な、~10 秒
 - ✧ 2008 夏
 - ❖ Hardware (Event System) が必要となる、1 秒程度
 - ✧ できれば 2008 冬
 - ❖ 最終的に 20ms 毎
 - ✧ 2009 夏
- ❖ それぞれの段階で前 Page の項目のどこまで達成できるか

現在の Sub-Timing Station



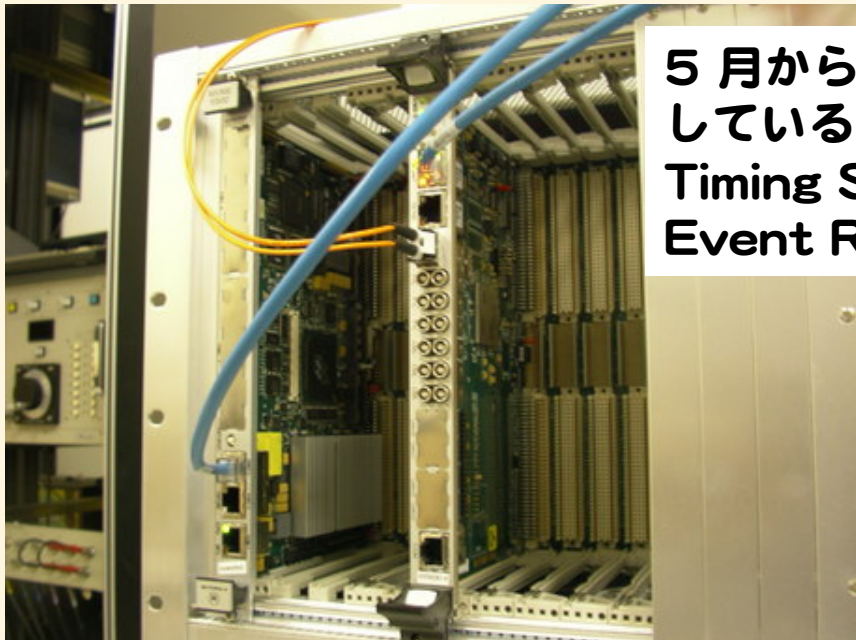
現在の Main Timing Station





5月から(試験)運用している Event Generator

昨年秋から(試験)運用している
3 Sector Sub-booster
Station の llrf 用 DAC/ADC,
と Event Receiver



5月から(試験)運用
している 1 Sector
Timing Station の
Event Receiver



将来

- ◆すべての CAMAC をやめたい。TD4 を使用停止して Module 数を 1/10 にする
- ◆Gun Pulser と Streak Camera は 1ps 程度の再同期回路を開発する
- ◆現在片方向 Local PLL なので温度が変わると Timing Drift が大きい。短期 Jitter は <10ps (TD4 は ~3ps)、Drift は数十 ps。双方向に Timing を交換し広域 PLL を行えば改善が期待できる
 - ❖EVG/EVR-230 は送り返しの信号線はもっているが、繰り返し側 Hardware PLL が無い



Beam を使用した Event System 試験

◆現状

- ❖ Test Stand での 20ms 切り換えと運転 Beam を使用した遅い切り換えは順調
- ❖ しかし、運転環境下で問題ないかどうかの確認が必要
- ❖ また、秋からの Grid emission 回避のため、先延ばしがしにくくなった

◆試験

- ❖ 1 Sector 大電力 Klystron を待機状態にする
 - ✧ (ちなみに、秋は 1 Sector の高速切り替えは行わない)
- ❖ 3 Sector Booster Klystron の位相を変更する
- ❖ 上の 2 つを同期して変更する

加速、待機 Mode 切り換え

◆ SC_61_H での 50Hz Beam の Screen 観測

- ✧ 待機なし
- ✧ 1Hz 1 台待機 (第 1 Sector)
- ✧ 1Hz 2 台待機
- ✧ 25Hz 2 台待機



位相切り換え

◆ SC_61_H での 50Hz Beam の Screen 観測

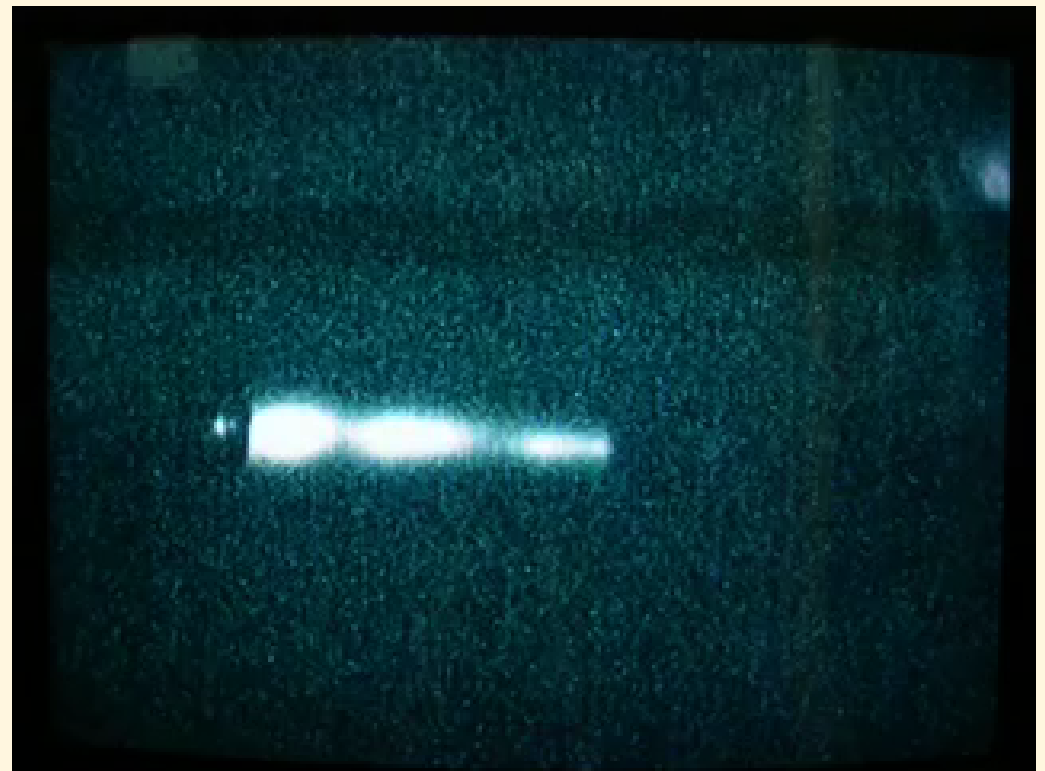
- ✧ 25Hz 100deg-120deg 切り換え
- ✧ 1Hz 100deg-120deg
- ✧ 1Hz 100deg-140deg
- ✧ 25Hz 100deg-140deg



位相切り換え

◆ SC_61_H での 50Hz Beam の Screen 観測

✧ 50Hz 100deg-140deg-160deg 切り換え



加速待機及び位相切り換え

◆ SC_61_H での 50Hz Beam の Screen 観測

- ✧ 50Hz 加速待機
- ✧ 50Hz 100deg-140deg
- ✧ 同時切り替え

