



Beam 高速切り替え用 Timing/制御

Kazuro Furukawa
for Linac Control Group

Jun. 20. 2008.



Continuous Injection at Two/Three Rings

◆ PF Ring 及び KEKB e^- と e^+ に連続入射または高速切り替え

◆ 最大 50 Hz (高速) の Parameter 変更

❖ 電磁石

- ❏ Pulsed Bending Magnet (BM_58_1) On/Off
- ❏ Pulsed Steering Magnet (PX_17,21)、当面 4 台、On/Off、(磁場強度)
- ❏ 他の Magnet は共通磁場設定

❖ rf

- ❏ 高速位相設定変更
- ❏ 高速 Acc/Stand-by 変更
- ❏ rf 測定系への同期信号

❖ 電子銃

- ❏ Grid Pulser 選択信号
- ❏ Bias 及び Delay の高速変更

❖ Beam 測定

- ❏ 高速、同期 BPM 読み出し (現在は 2Hz)
- ❏ Wire Scanner, Streak Camera への Beam 選択信号

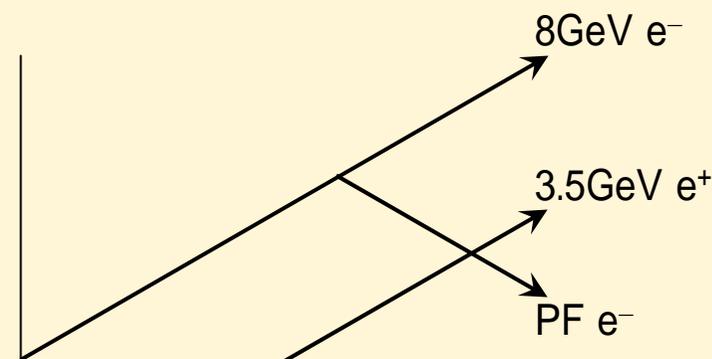
❖ Beam 繰り返しの選択

❖ PF-Ring と SHB の同期 (禁止帯対処 ?)

❖ Beam 安定化 Feedback 機構

❖ Parameter 操作・表示 Software Panel

❖ Logging, Archiving





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
 - ❖ Hardware (Event System) が必要となる、1 秒程度
 - ❖ 最終的に 20ms 毎
 - ❖ それぞれの段階で前 Page の項目のどこまで達成できるか見極める



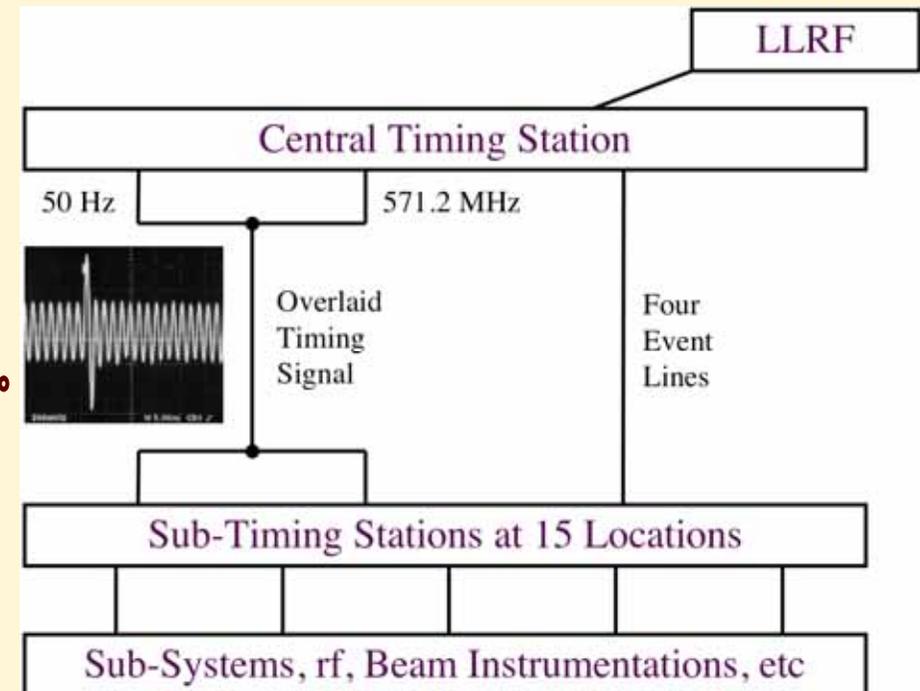
Timing System / Event System

◆ Timing 制御での伝送

- ❖ (1) Beam, rf, Beam-monitor に関連する Timing 信号
- ❖ (2) 再同期により Timing 精度を高めるための Clock 信号
- ❖ (3) Beam 有り/無し、測定有り/無しを指定する Gate 信号
- ❖ (3') または多数の状態を区別する Event 信号

◆ 現在の Linac Timing 伝送

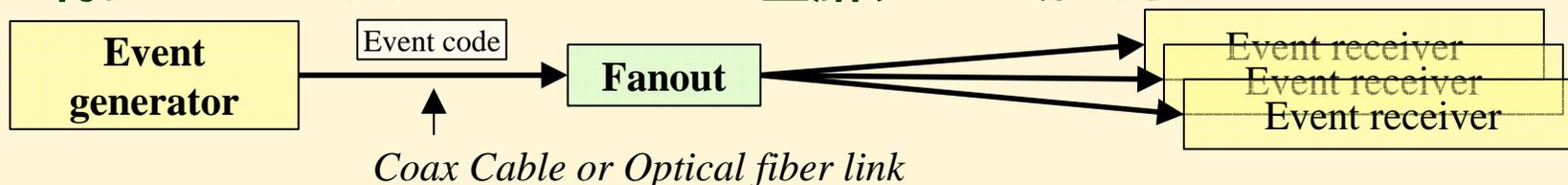
- ❖ タイミング信号とイベント情報は別々に分配される。15ヶ所のタイミングステーションは多数のモジュールから構成され、合計約 150 のタイミング信号を供給している。





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

❖ 新しい Event System (EVG/EVR-200/230) ✧ (TRISTAN, KEKB, Linac)

✧ 多数の加速器で採用 (予定)

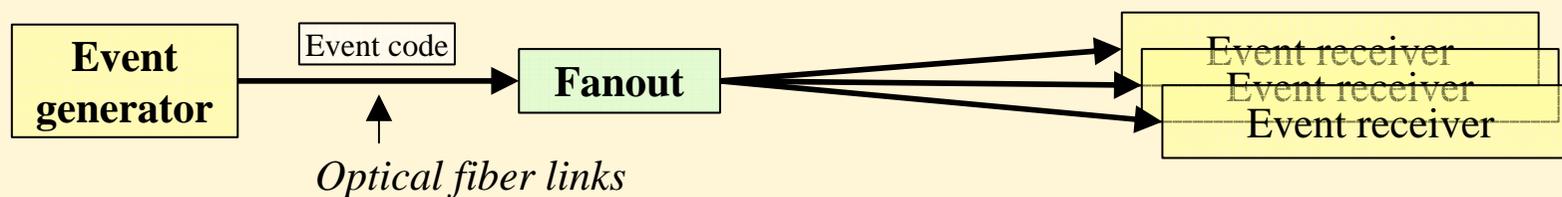
◆ DIAMOND, SLS, BEPCII, LCLS, Shanghai, KEK-Linac, Austraria, ...

◆ (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**

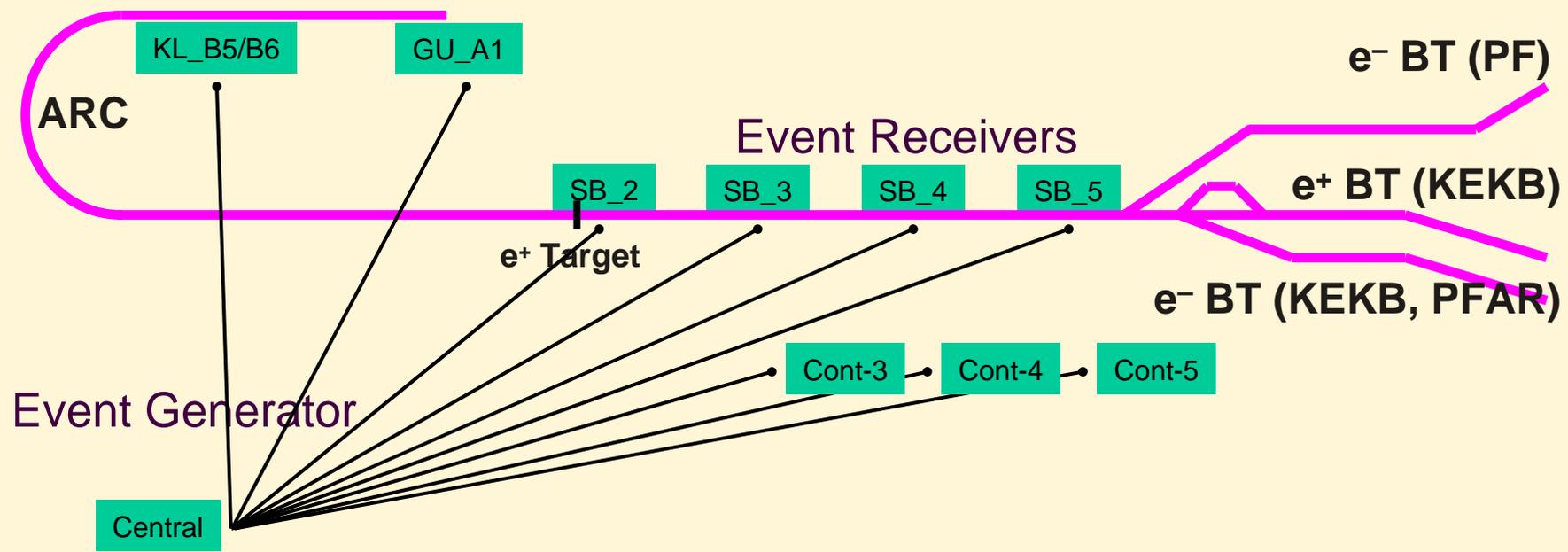
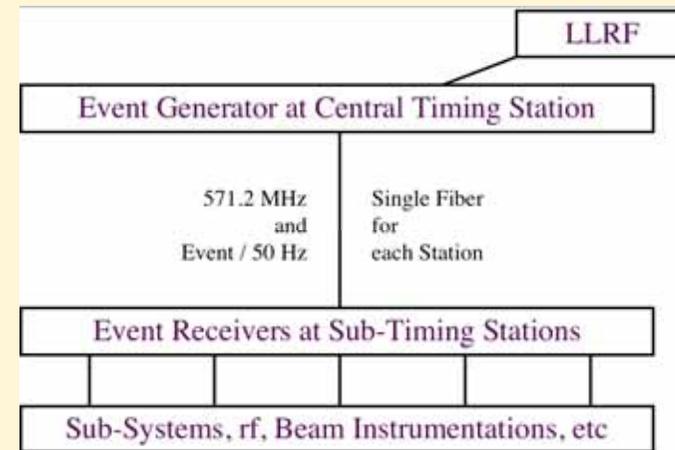
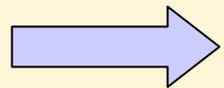
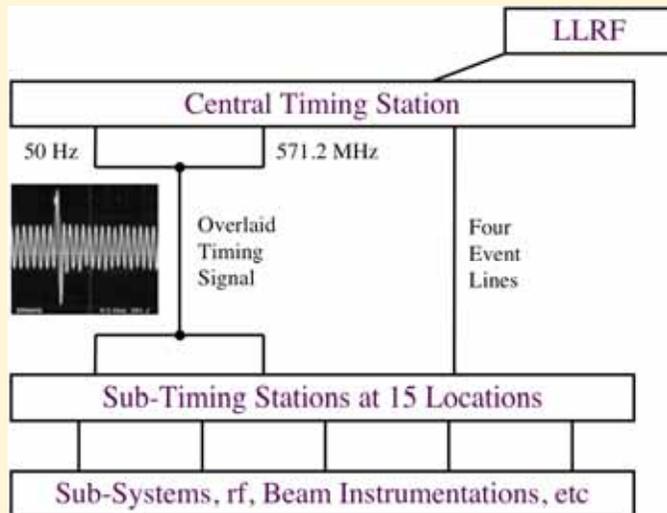
When an event code is received the receiver can:

- **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

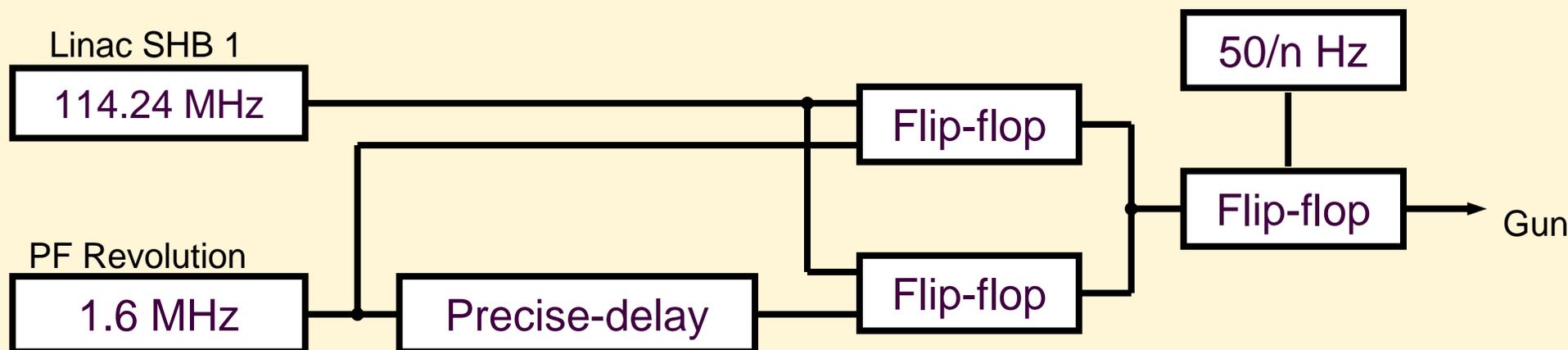




Linac - PF-Ring Synchronization

◆新しい同期回路

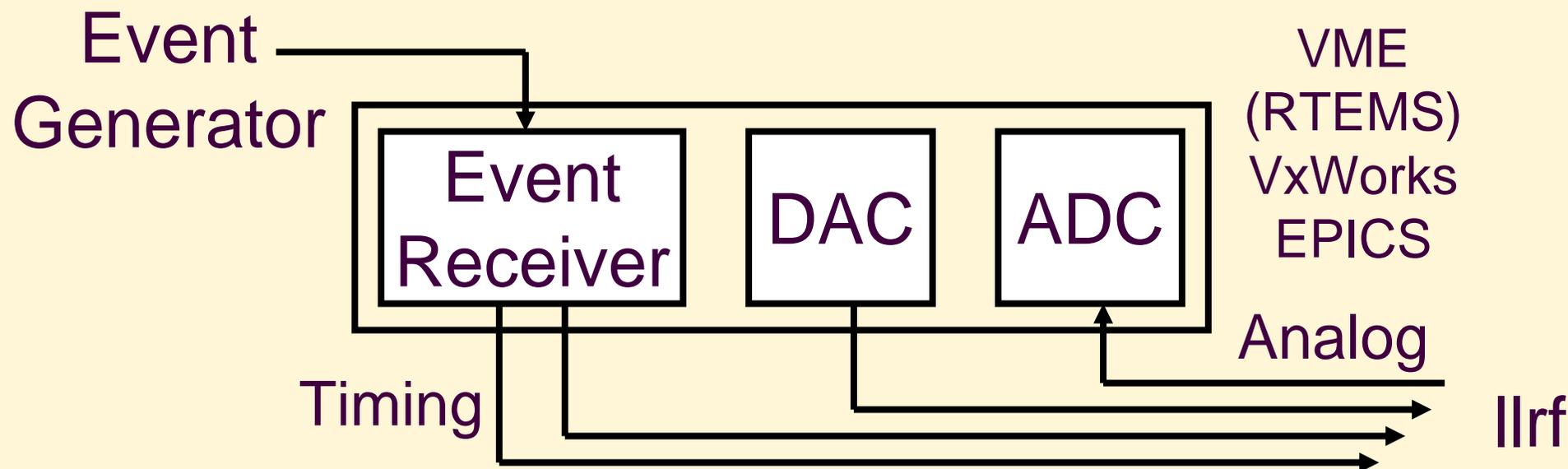
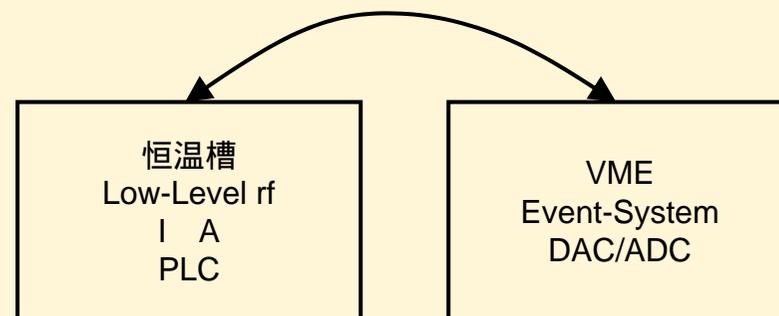
- ❖ 114.24 MHz は既に KEKB リングの周長補正のために決定されている。一方、PF リングも同様の周長補正を行うため、その巡回周波数 1.6 MHz は独立に決定される。
- ❖ 下の回路はこれらの独立の rf 周波数からジッター 700ps を許して同期タイミングを探すもの (最小 300ps)。この回路自体は通常 10 kHz 以上の出力があり、商用周波数 50Hz と遅い同期をさせてパルス繰り返し信号を作っている。





Rf 位相制御

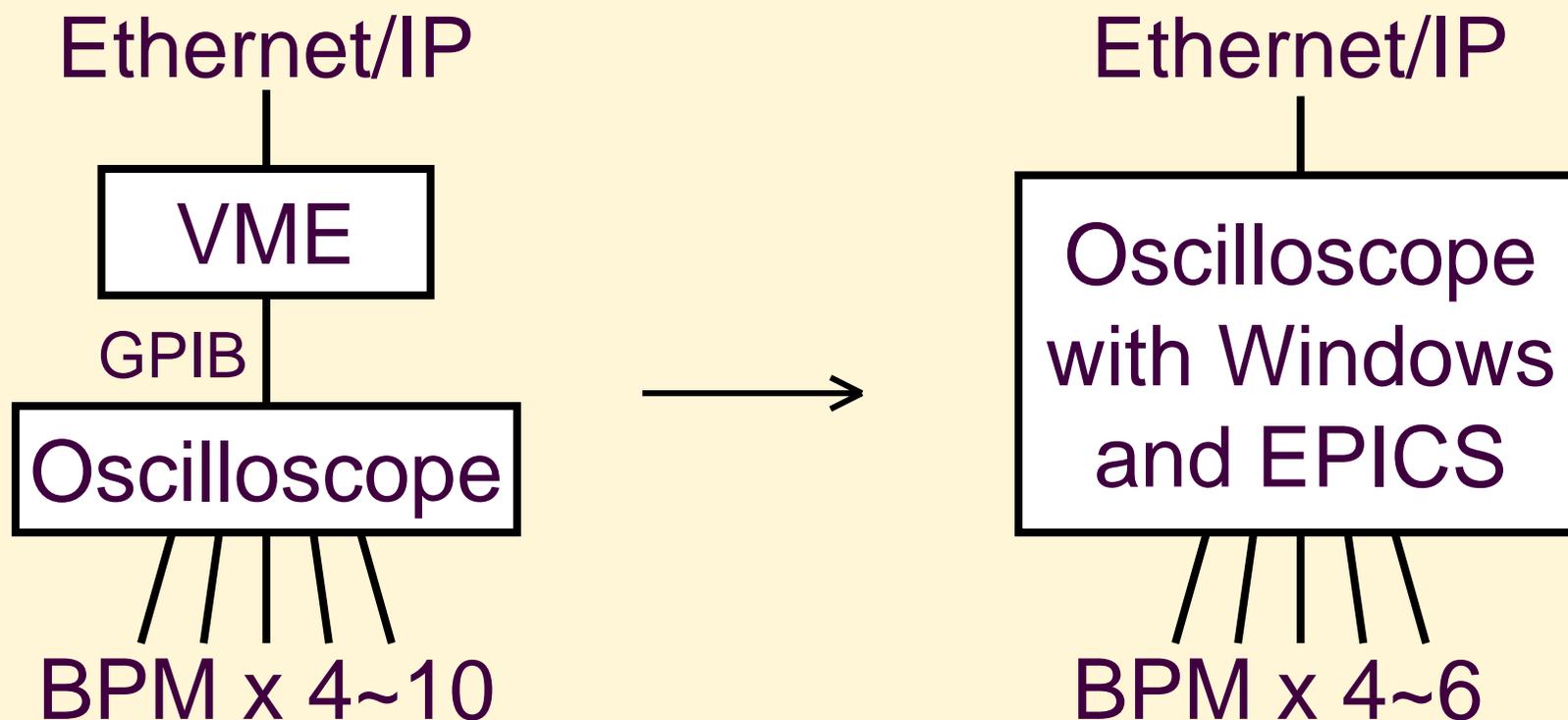
- ◆現在は PLC の DAC/ADC で I A を制御
- ◆速い切り替えの方法を模索していたが、VME の DAC/ADC を使用する方向で Software 試験中



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 |

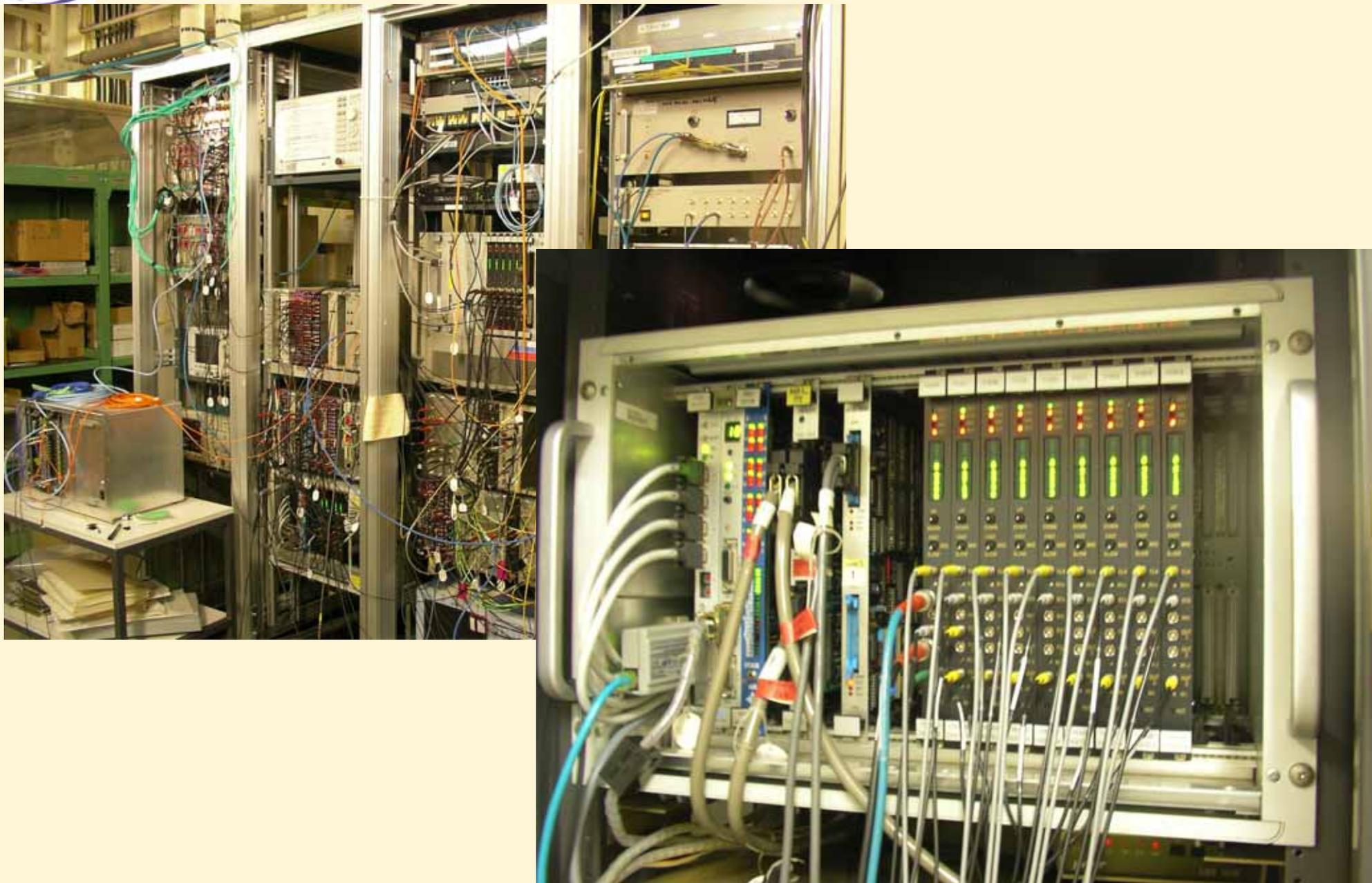
| KEKB | PF-Ring |
|----------|----------|
| 50/5 Hz | 50/5Hz |
| 50/10 Hz | 50/10 Hz |
| 50/20 Hz | 50/20 Hz |
| 50/50 Hz | 50/50 Hz |
| ... | ... |

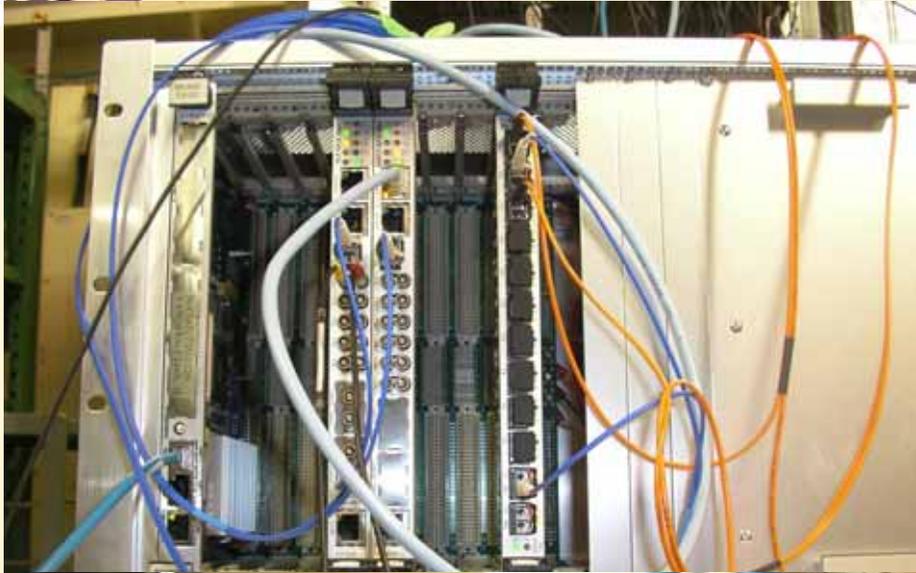
- ❖ さらに KEKB e^- と e^+ の繰り返しを選ぶ
- ❖ Kicker が許せば、将来、不等間隔入射にも対応する
- ❖ まず 1 秒内の Pulse を自由に選択できる機構ができています



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 2009 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







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