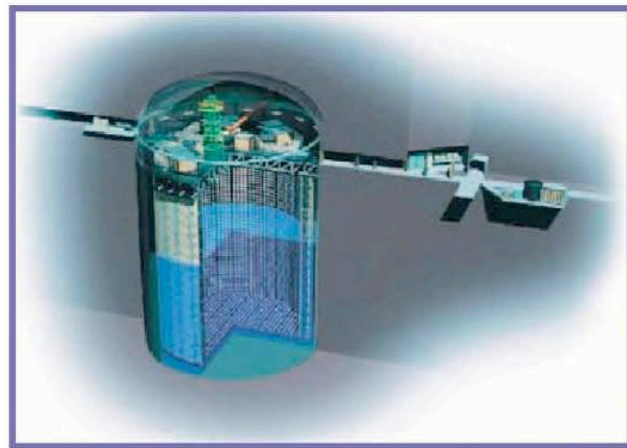


T2K実験におけるデータ 収集システムについて

京都大学 村上 明
for T2K DAQ group

T2K実験の概要



Super-Kamiokande
(ICRR, Univ. Tokyo)



J-PARC Main Ring
(KEK-JAEA, Tokai)

2009年4月実験開始

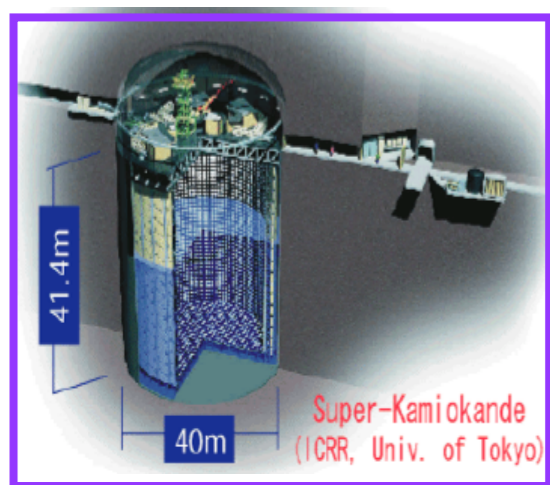


- 東海村(J-PARC)～神岡間の長基線ニュートリノ振動実験
 - J-PARCでニュートリノを生成し、振動前のニュートリノをJ-PARCで、振動後をスーパーカミオカンデで測定。
- 物理目標
 - 世界初の電子ニュートリノ出現モード($\nu_\mu \rightarrow \nu_e$)の観測
 - ミューニュートリノ消失モード($\nu_\mu \rightarrow \nu_x$)の精密測定

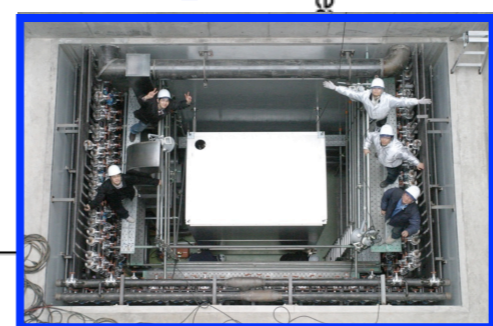
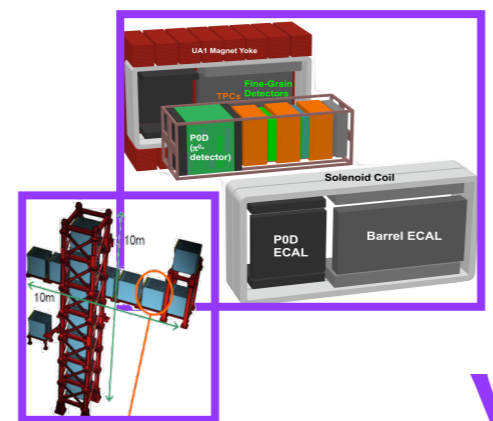
T2K実験の検出器の概要

前置ニュートリノ検出器
振動前のニュートリノを観測

ビームモニター(陽子ビームモニター)
陽子ビームの強度, プロファイル, 位置
をモニター



スーパーカミオカンデ
振動後のニュートリノを観測



ビームモニター(ミュオンモニター)
生成された μ のプロファイルをリアルタイムに測定

Main Ring



π

μ

ターゲット

P

Decay



速い取り出し

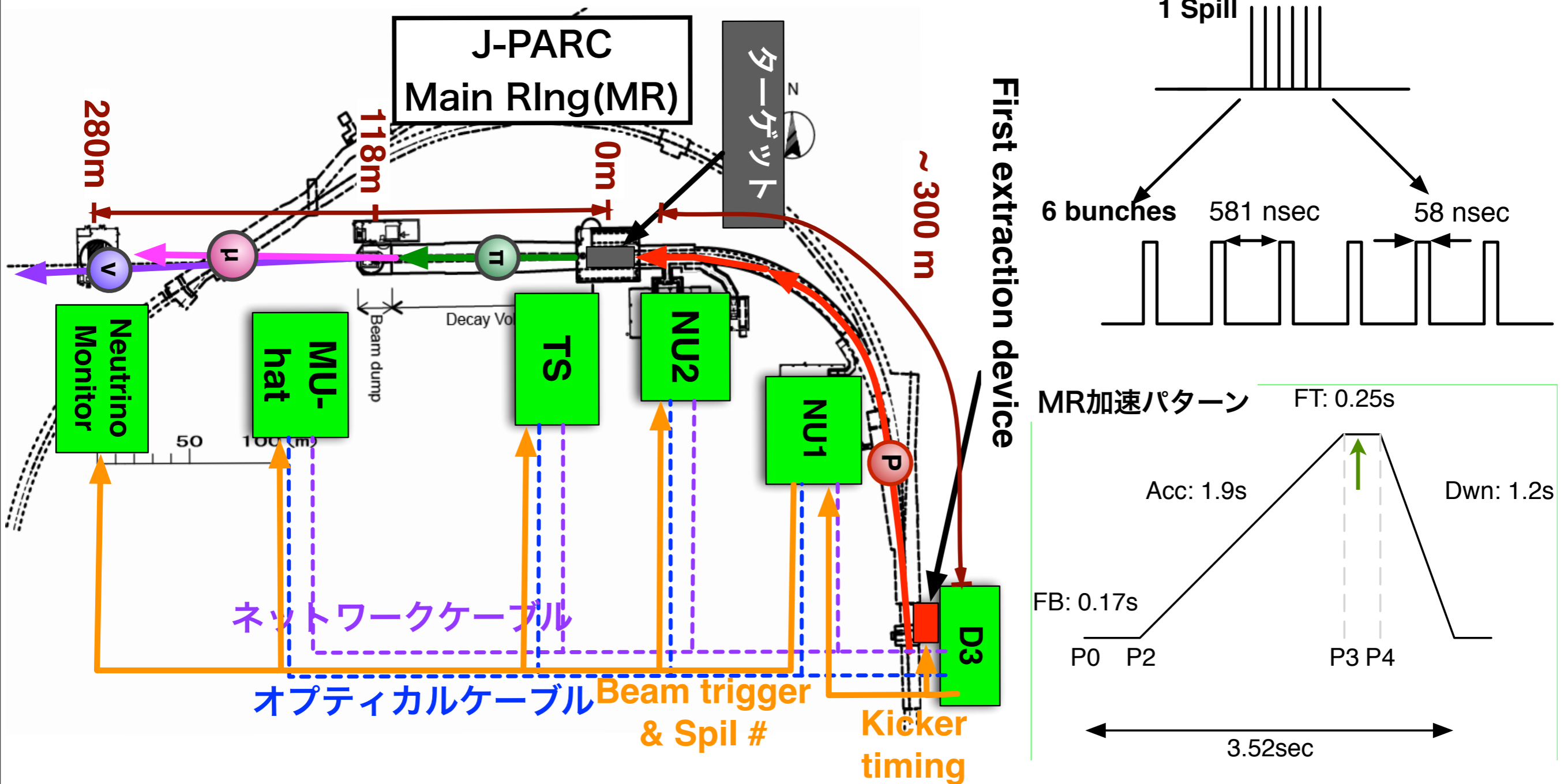
加速した陽子ビームを蹴りだす



0 50

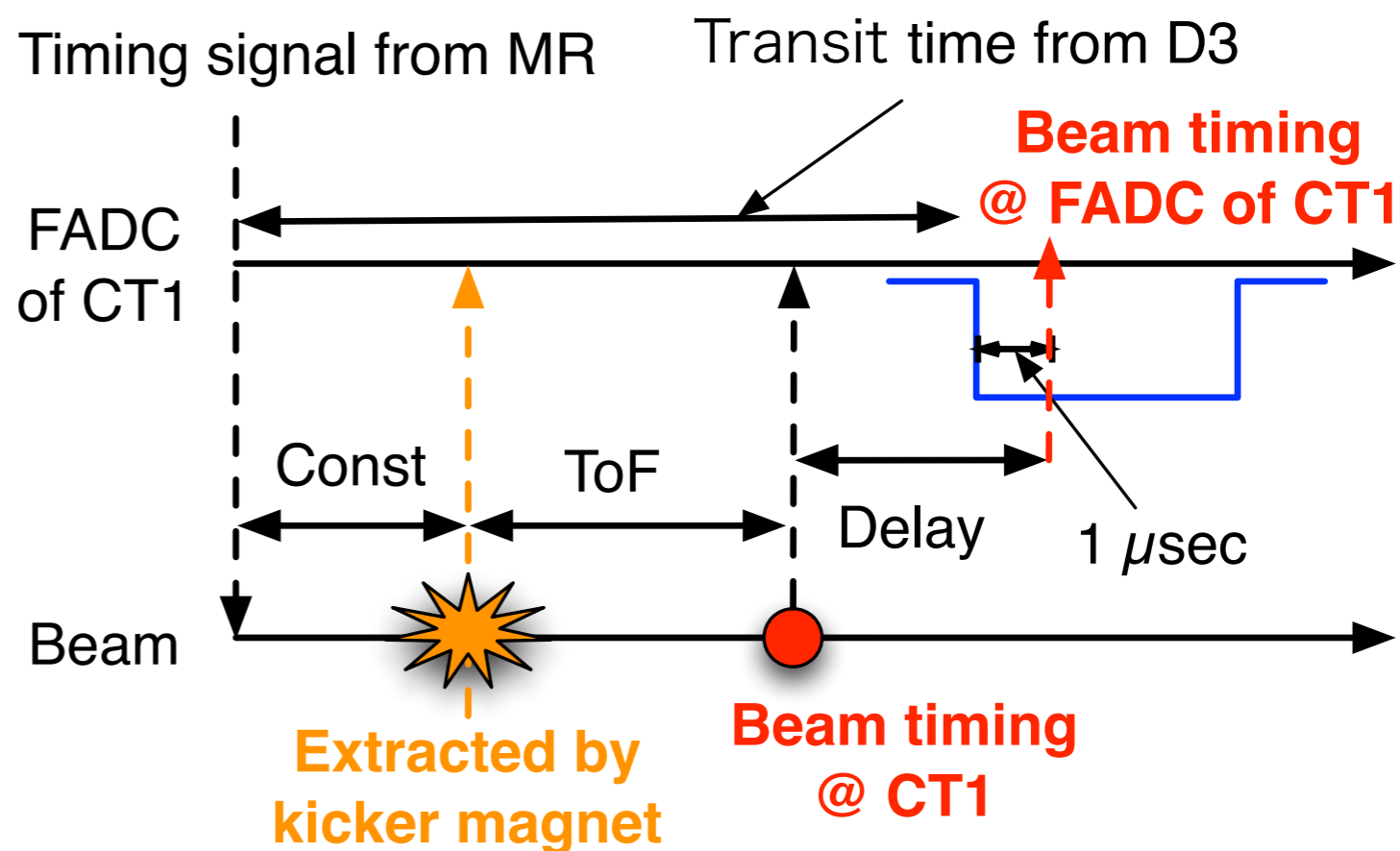
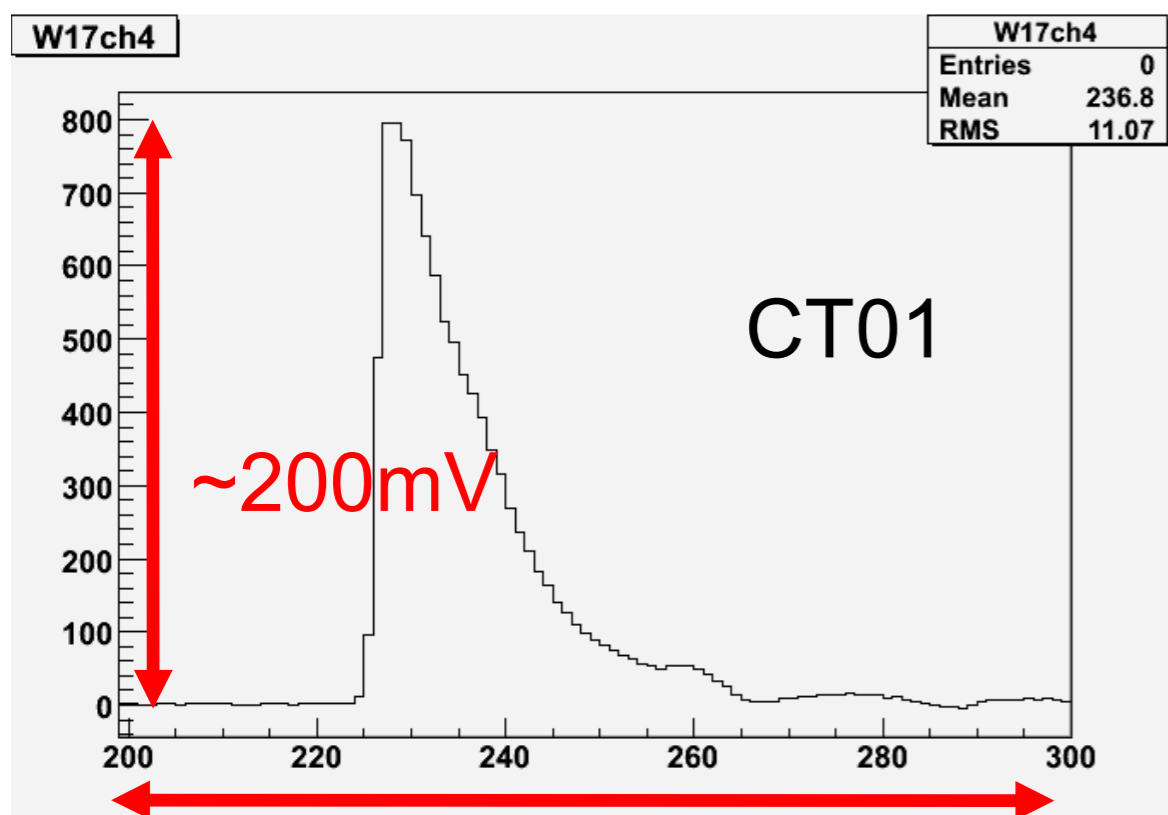
J-PARC側でのビーム測定

- キッカータイミングを元に生成したビームトリガーを各検出器の読み出し機器が置かれる建屋に配布。同時にビーム番号も配布。
- 番号はイベント同期、オフライン時の解析に用いる。



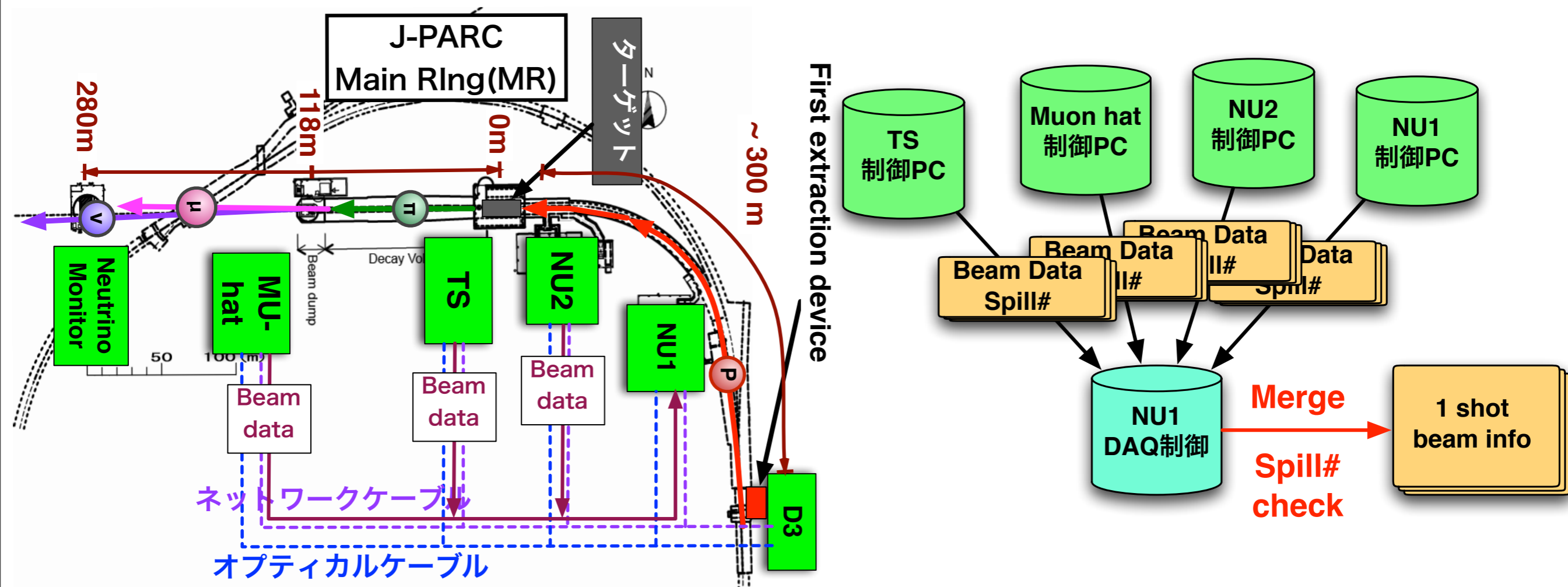
ビームモニターでのデータ習得

- 配られたキッカータイミングに、各ビームモニターにビームが到達する時間と読み出し回路のディレイを考慮してトリガーを生成。
- Flash ADC (FADC) を用いて波形読み出しを行う。
 - ビーム信号がFADCに到達するタイミングに合わせてゲートを開く。



ビームモニターのデータ処理

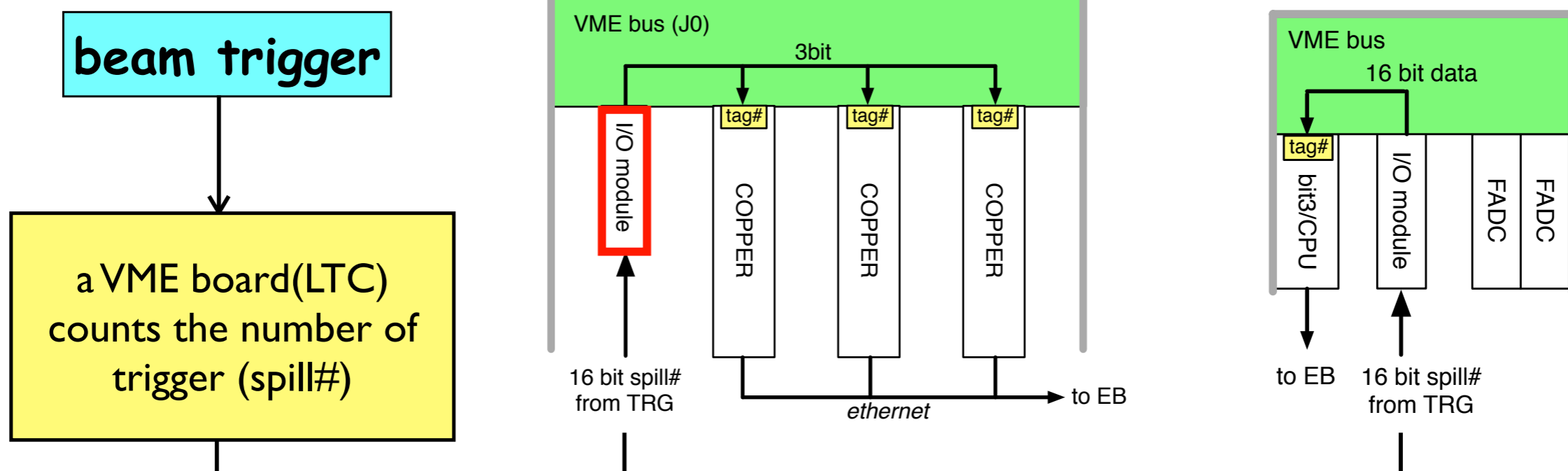
- 各ビームモニターでの測定データは各建屋で集められた後、最終的にNU1のDAQ制御PCに集められる。
- イベント毎のデータとしてマージ。全データに付随するスピル番号が一致しているかのチェック。
- マージデータをオンラインで処理し、ビームの状態を確認したり、ディスクに記録したりする。



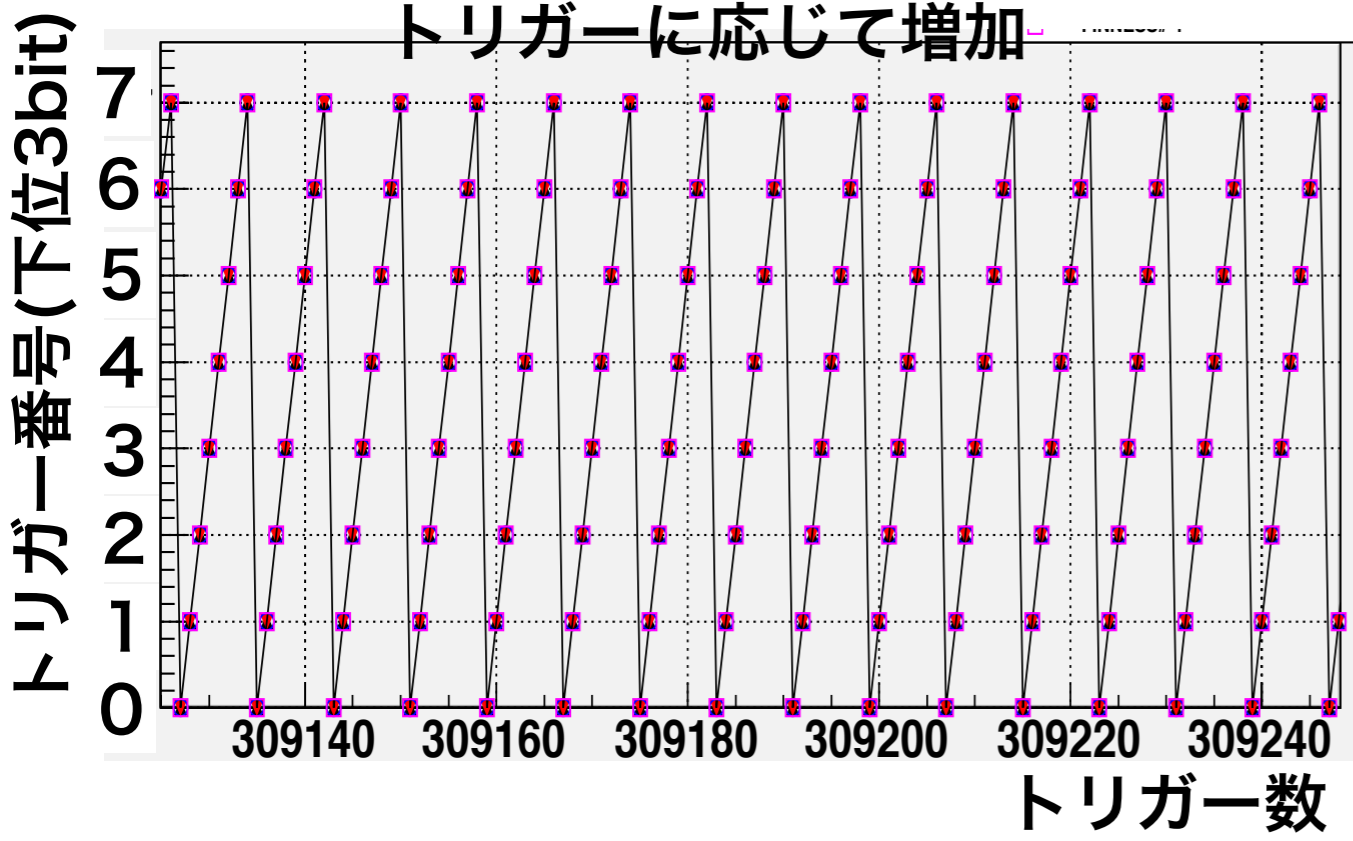
Spill # check

for SSEM, BLM, MUMON, Horn-CT

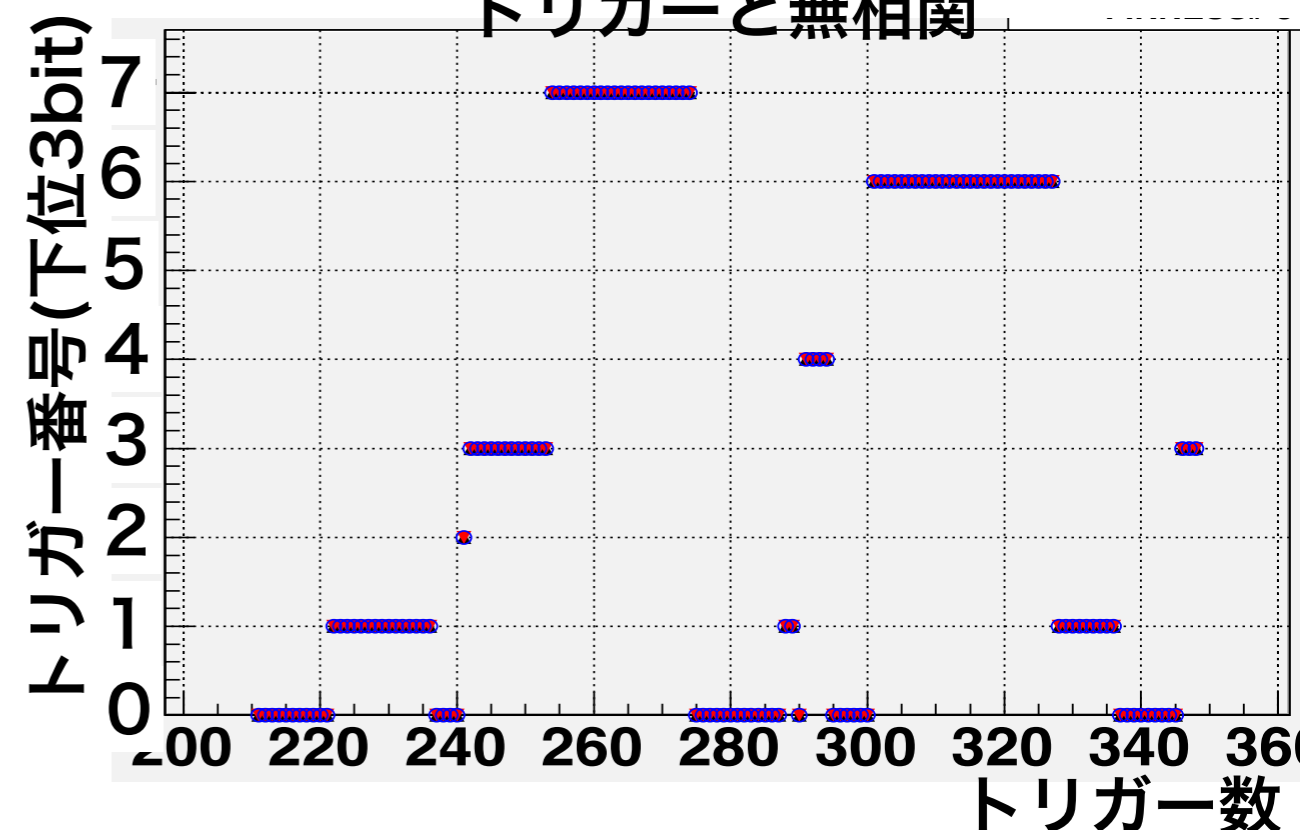
for ESM, CT



トリガー番号の正しい受け渡し
トリガーに応じて増加

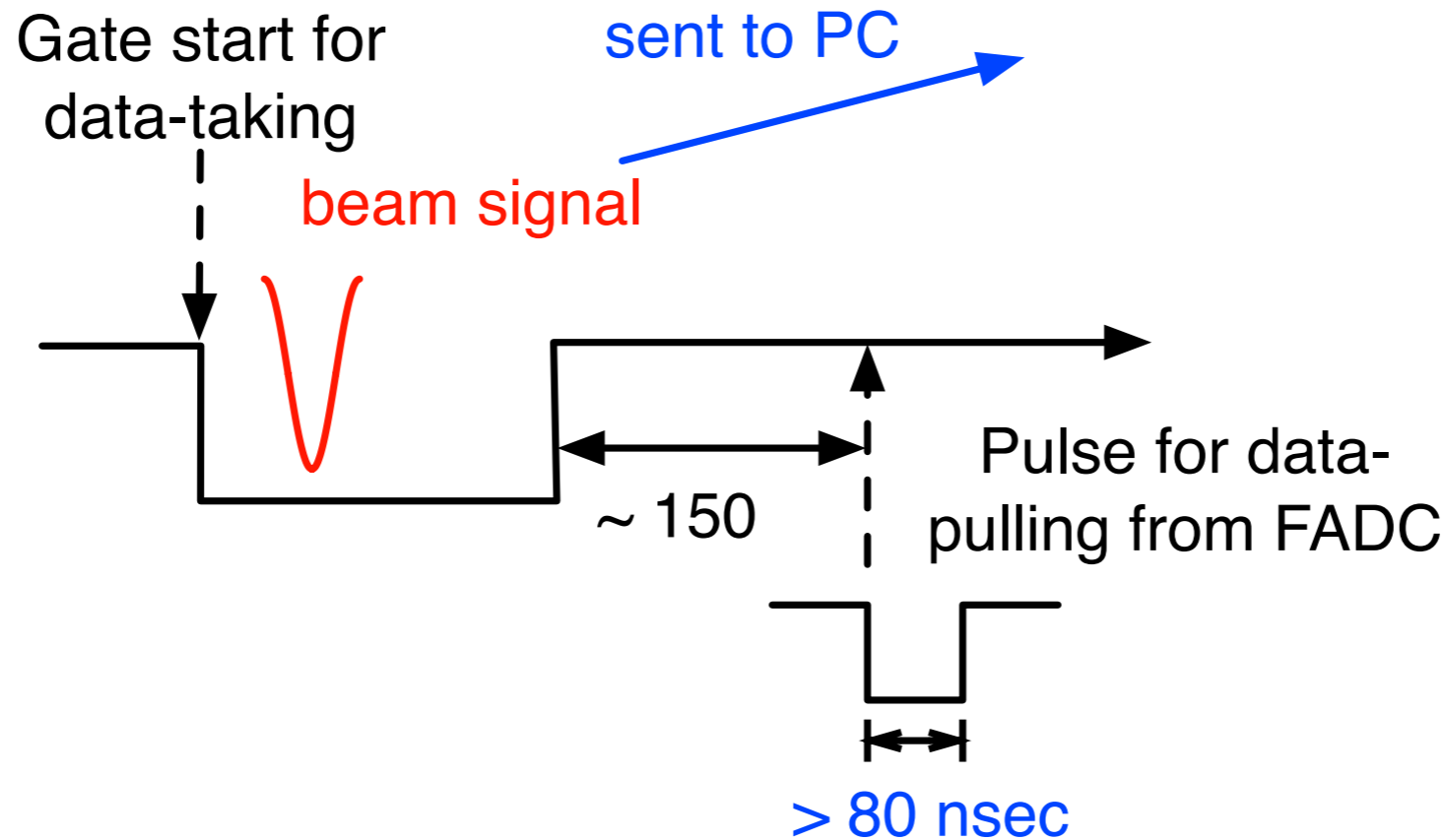


トリガー番号の間違った受け渡し
トリガーと無相関



Spill # check

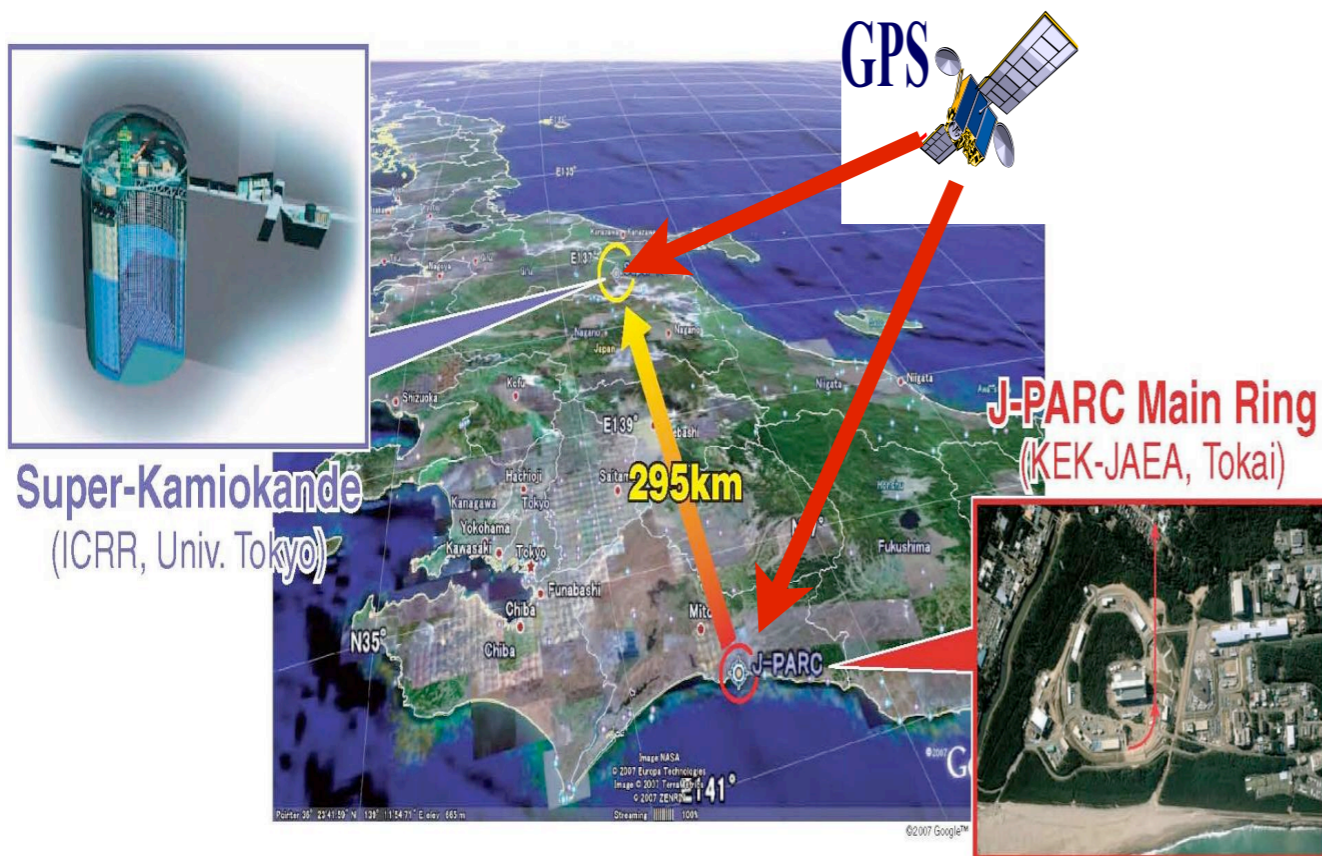
COPPER



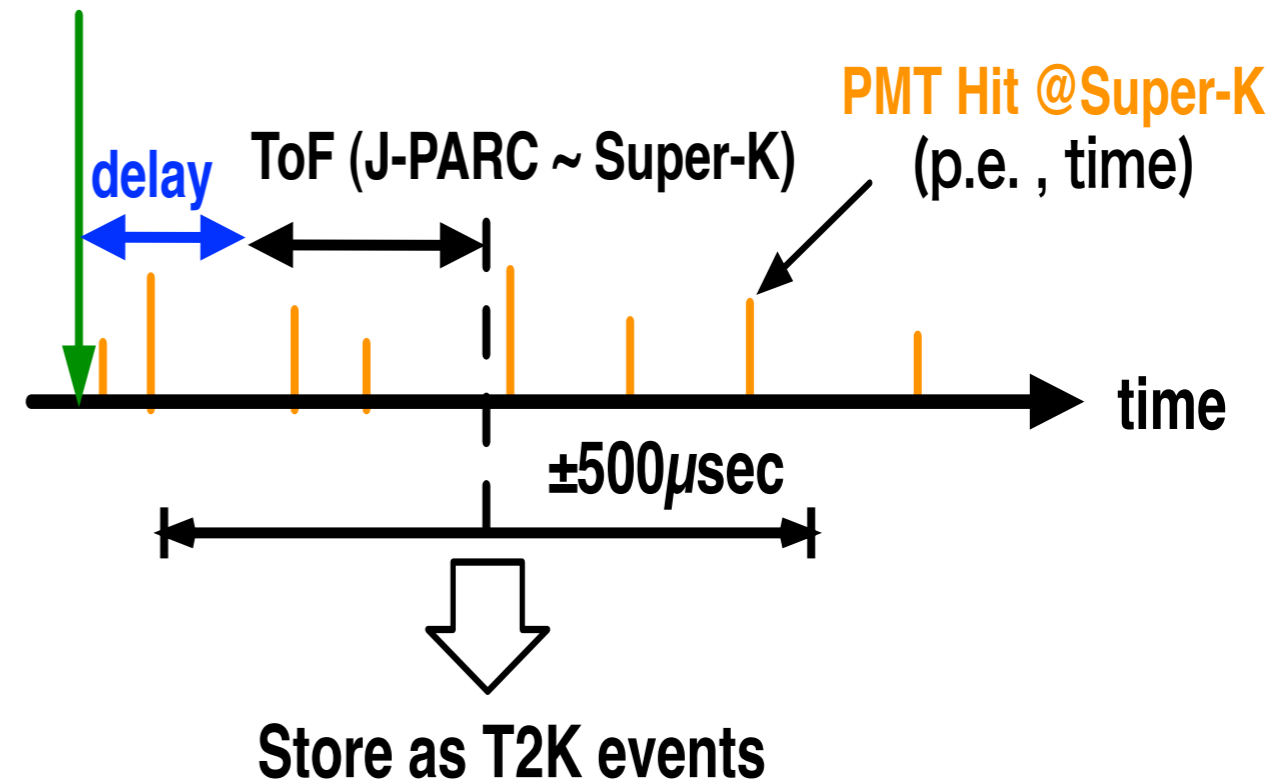
- データを吸い出す : Pulse width > 50
- スpill番号の読み出し : Pulse width > 80
- データを正しく読み出しているにもかかわらず、spill番号が正しく読めていなかった。
- パルスの幅を変えることで改善した。

SK側でのデータ取得

- GPS衛星からの時間情報を用いて、キッカータイミングを正確に測る。
- J-PARCでキッカータイミングを測った時計と同じ絶対時間の時計をSKでも使用。
- キッカー時刻を元に算出したSKでのビーム到達時刻の前後500nsecをT2Kイベントとして記録。
- ビームに付けた番号(スピル番号)も同時に送る。

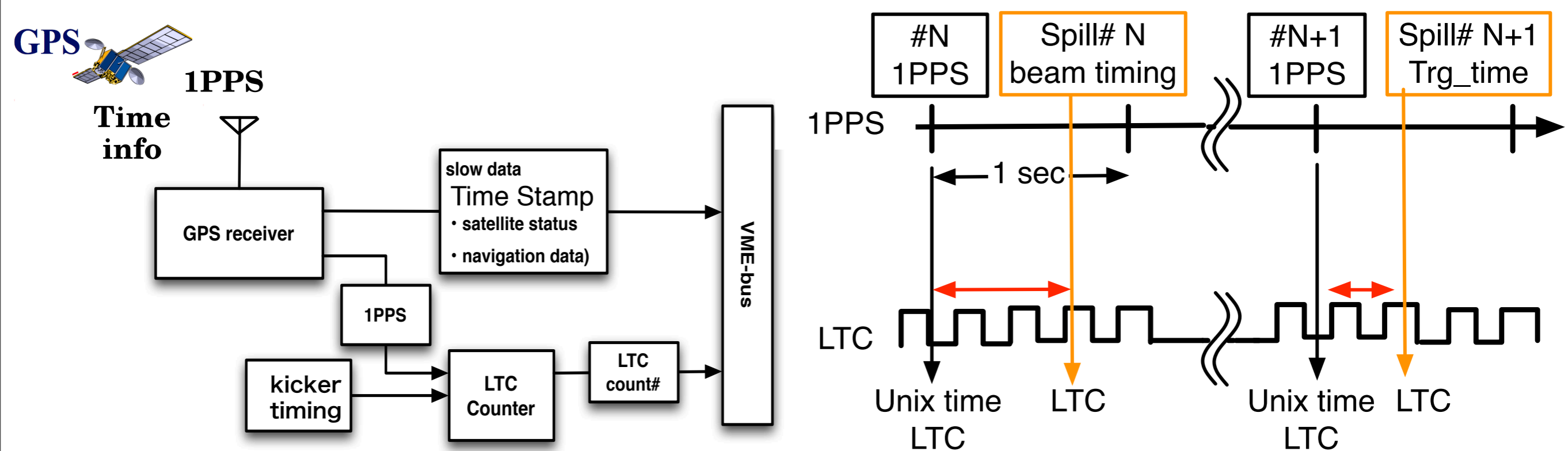


Time Stamp @ NU1



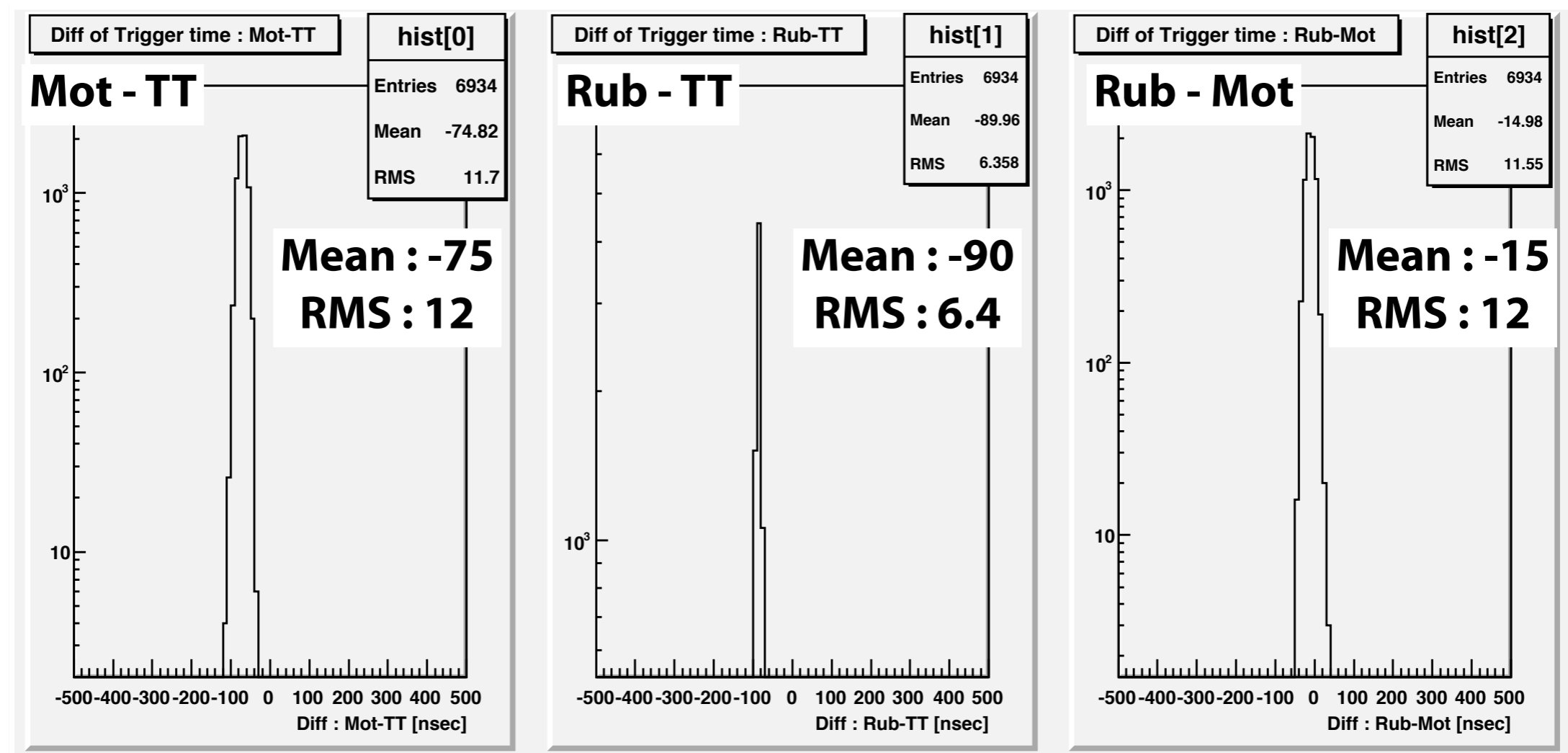
GPSシステム

- GPS衛星からGPS受信機に対して、1秒ごとにパルス信号(1PPS)とその時の時刻(Unix時間)、位置などの情報が配られる。
- LTCモジュールを用いて、秒以下の時間を正確に測定する。
 - LTCモジュール：ある周波数(100MHz)で動作するカウンター。外部信号が入った際のクロック数を記録する。
- 1PPS信号とキッカータイミングをLTCモジュールに入れ、キッカータイミングの時刻を正確に測定する。



GPSシステムの安定性

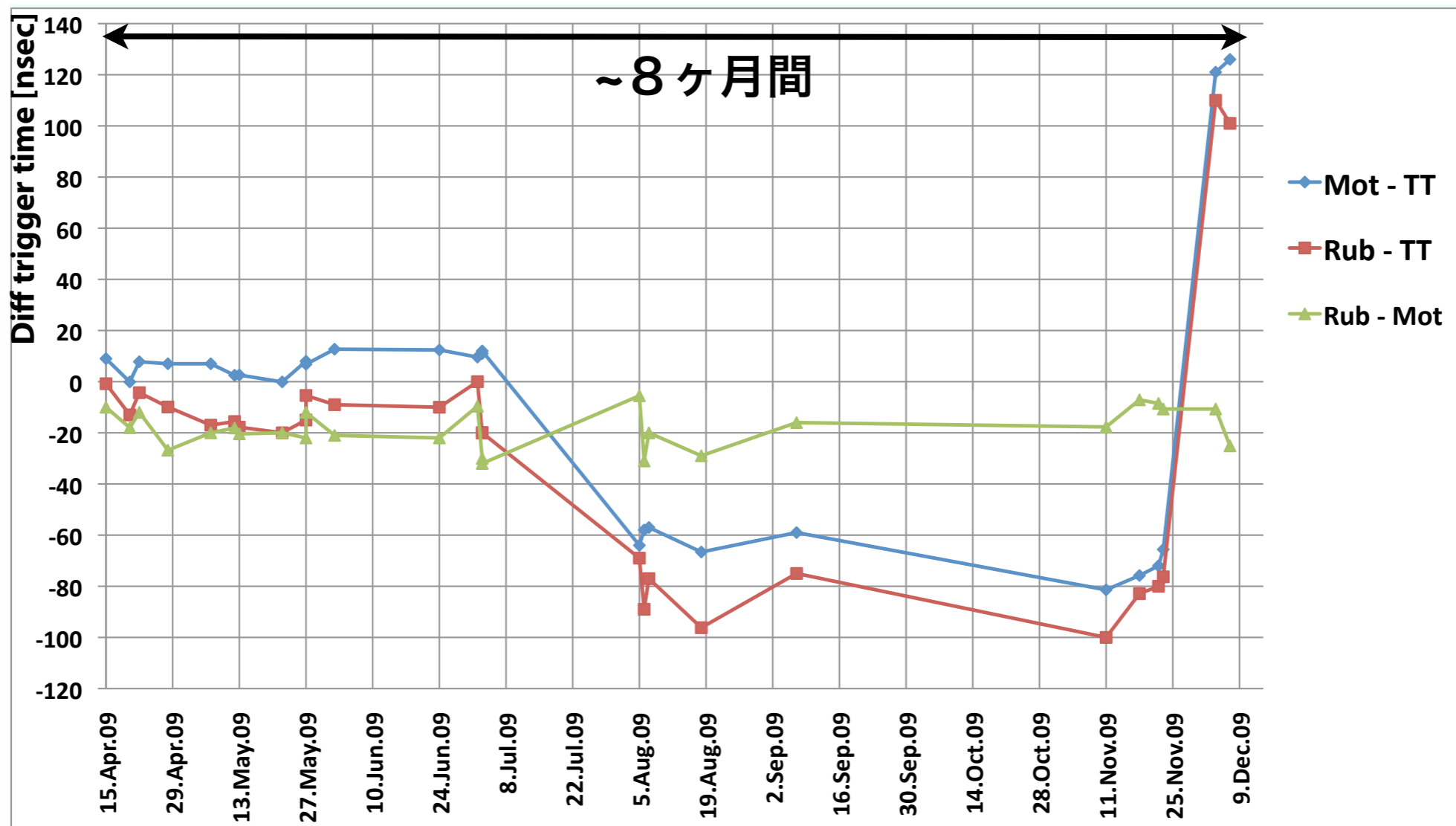
- 現在まで、システムが突然止まるといった動作不良はなし。
- 測定したキッカータイミングの時刻のモジュール毎の差を計算した。
- TT, Mot : GPS受信機1,2 Rub : 原子時計



- RMSで10 nsec 程度と非常に安定している。

GPSシステムの安定性

- 長期間(半年程度)の間でのキッカータイミングの時間差を測定した。
- GPS受信機 1 の平均値が100nsec程度シフトする現象がみられた。
 - 測定時間の安定性は変化なし。
- 現在調査中(電源リセット、温度依存性、etc)



まとめ

- T2K実験では2009年4月から開始に合わせて、データ取得を開始した。
- 標的から最大295km離れた検出器において、ビームの蹴りだしに合わせたデータ取得を行わなければならない。
 - タイミング信号が配れるJ-PARC内はタイミング信号とビーム番号を配り、イベント同期を保証。
 - Super-Kamiokandeでのデータ取得は蹴りだしタイミングの時刻を元に行う。
- GPSシステムは一部問題があるものの、時間測定には支障なし。
- 2010年からの物理ランでのデータ取得に対して準備万端。

Back up