

# 放射光施設の TDC 装置用 イベント測定システム(TDC-NET)の検証

2012 年 2 月 20 日

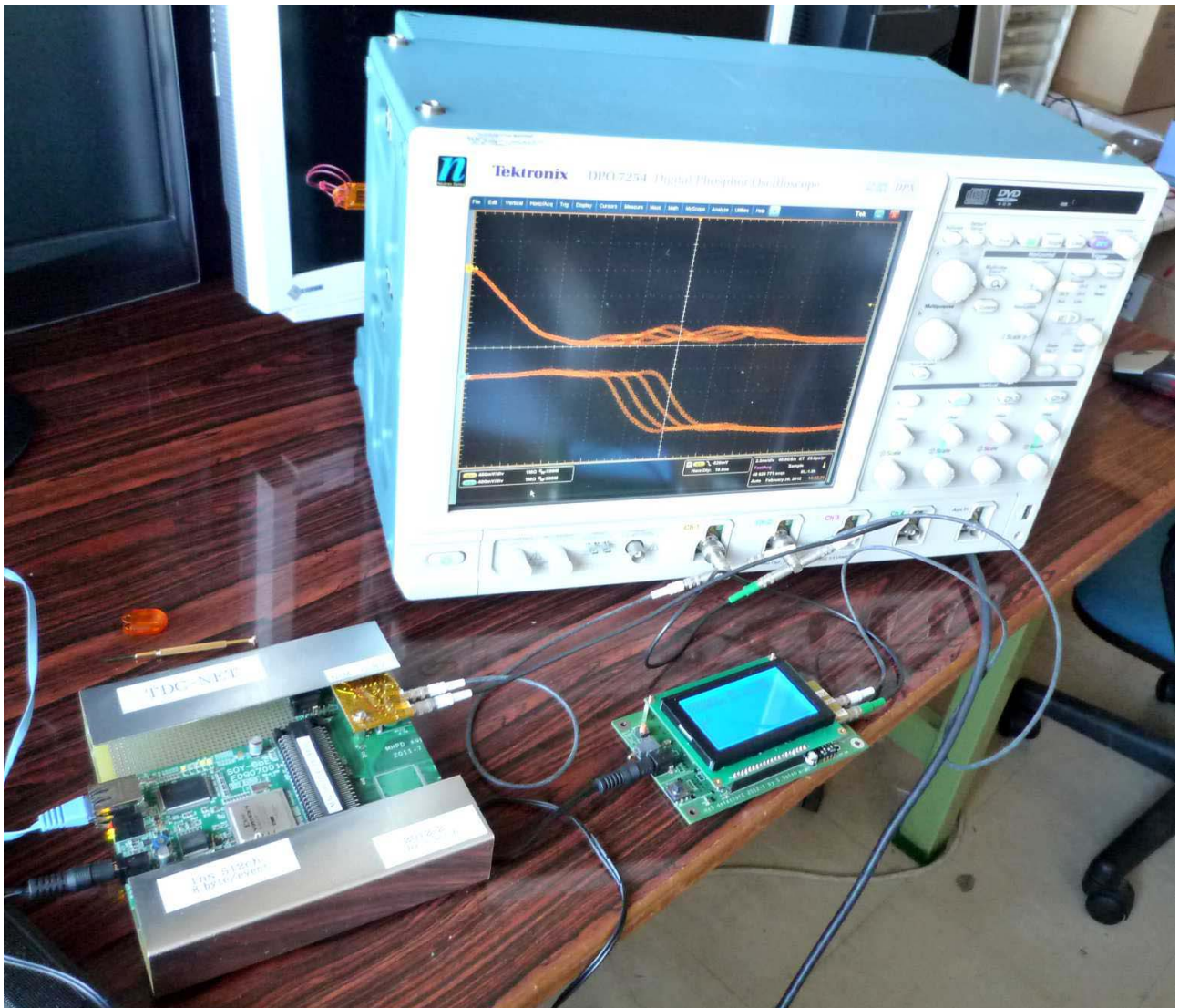


写真1 TDC-NET モジュール(左)と TDC テスト回路(右下)をオシロで観測している

中性子 佐藤節夫、武藤豪

## 概要

放射光の実験で TDC を使用しているので、G-SiTCP を使用してイベントデータ化できるモジュール (TDC-NET) の開発を行った。性能が出ているか確認のため、TDC テスト回路を既存の基板を改造して作製した。今回は TDC テスト回路の基本特性を見たのと、その信号を入力した TDC-NET のデータを確認した。

写真 2 に TDC-NET モジュールを、写真 3 に TDC テスト回路を示す。図 1 は TDC テスト回路の出力で、START と STOP 信号を示す。図 2 は 32ch~480ch でスイープさせたところを重ね書きで見たとこである。約 450ns 間をカバーしているのがわかる。



写真 2 TDC-NET モジュール

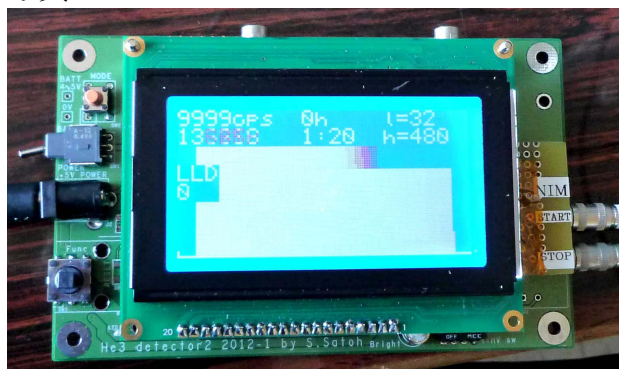


写真 3 TDC テスト回路

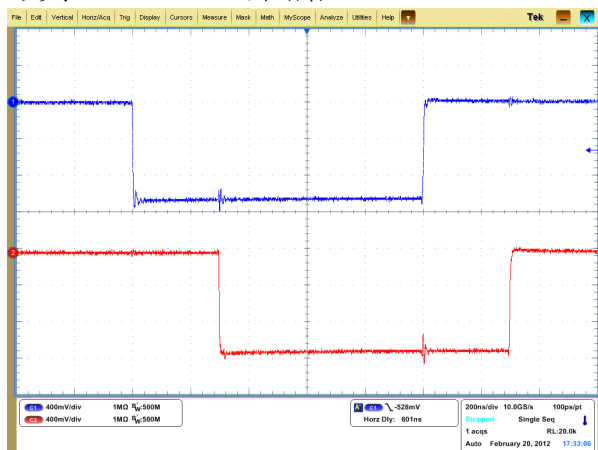


図 1 START(上)と STOP(下)

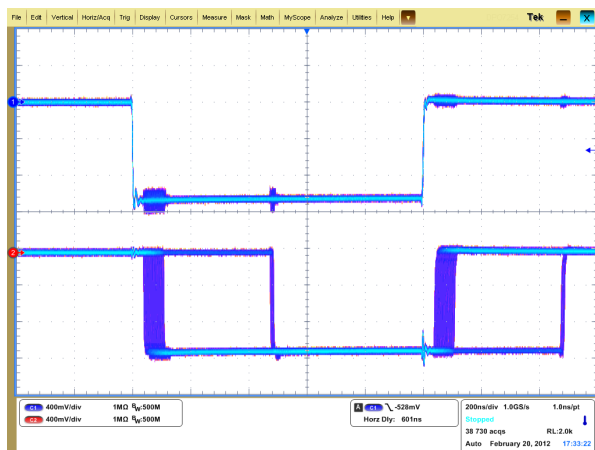


図 2 32ch~480ch をスイープ

## TDC テスト回路の構成

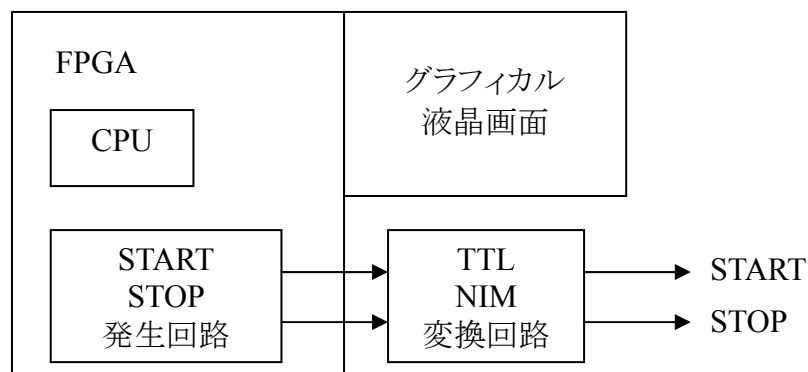


図 3 TDC テスト回路の構成図

## START、STOP 発生回路のタイミング図

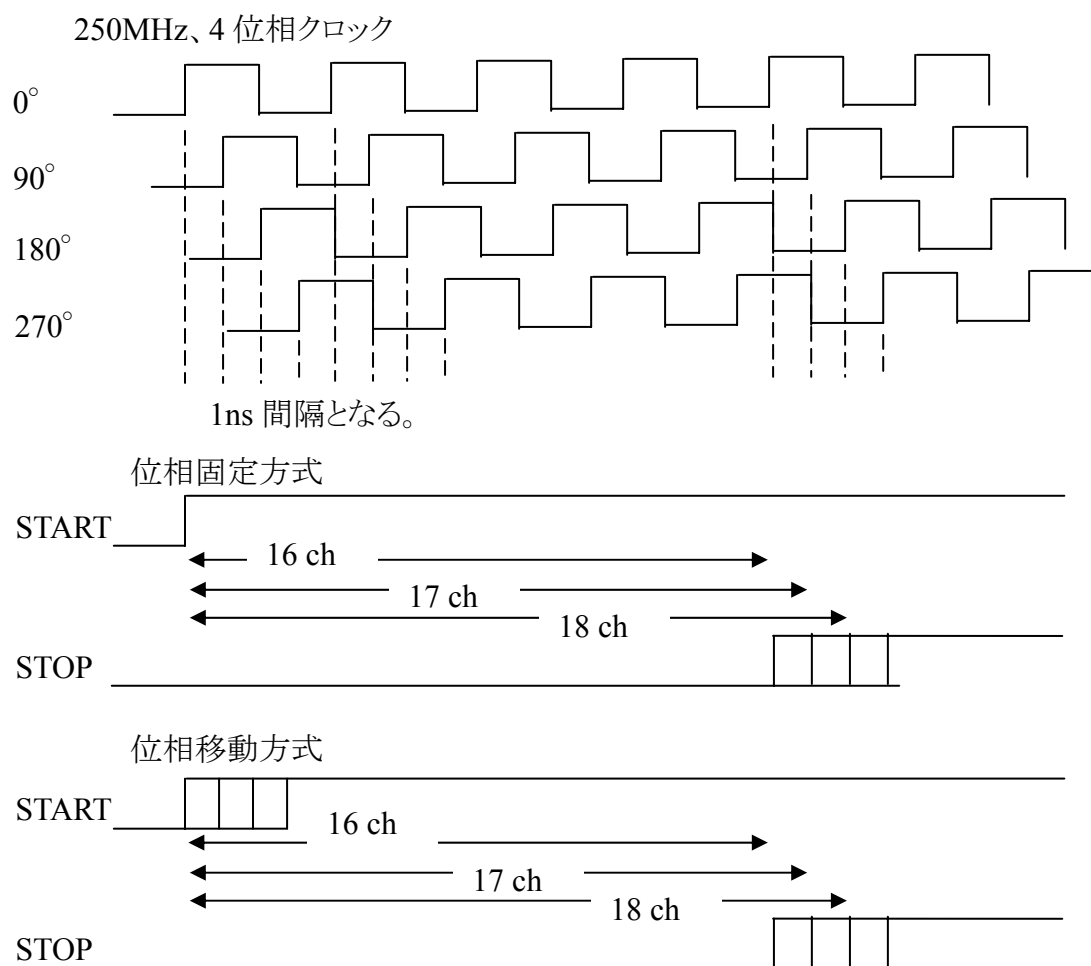


図 4 START、STOP 発生回路のタイミング図

START 信号の位相固定方式は、START の位相を固定化して発生させる。それに対して指定の ch 経過後に STOP 信号を発生させる。STOP 信号のジッタが少ないが、位相間の非対称が固定のずれとなる。

START 信号の位相移動方式は、START の位相を固定化しないで位相を変えながら発生させる。それに対して指定の ch 経過後に STOP 信号を発生させる。STOP 信号のジッタが大きい、位相間の非対称が平均化される。

これらの方式は、設定スイッチで切り替えられる。通常は位相移動方式が有利である。

図 5 に START 信号(上)の位相固定方式で、4ch~8ch で STOP 信号(下)をスイープさせた波形を示す。4ch(左端)と 8ch(右端)は同じ位相で、4ns 離れているのがわかる。その間の 5,6,7ch の間隔は一定していない。各信号のジッタは少ないことがわかる。

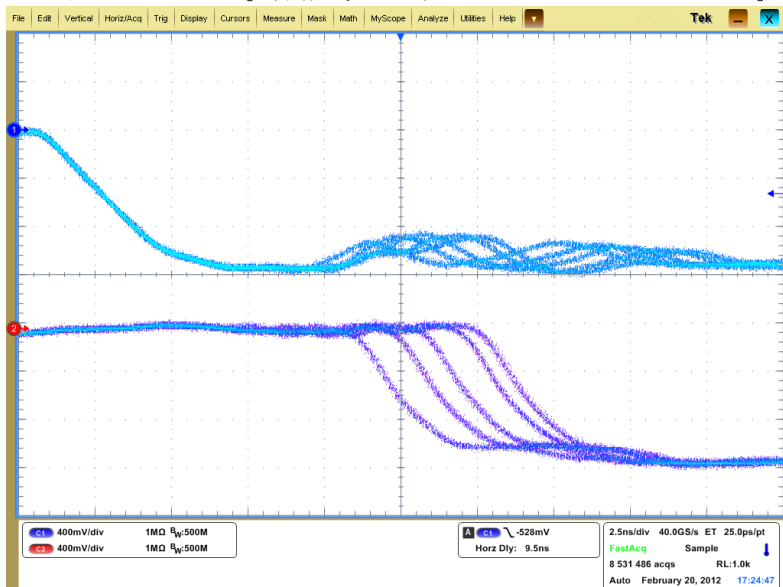


図 5 START 信号(上)の位相固定方式で、4ch~8ch で STOP 信号(下)をスイープさせた

図 6 に START 信号(上)の位相移動方式で、4ch から 7ch まで STOP 信号(下)を変えた時の波形を示す。1ns ごとと離れているのがわかる。各信号のジッタは大きいことがわかる。

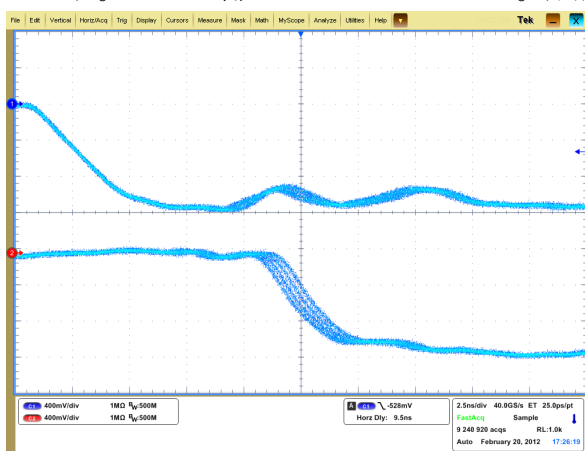


図 6(a) 位相移動方式で、4ch-STOP 信号

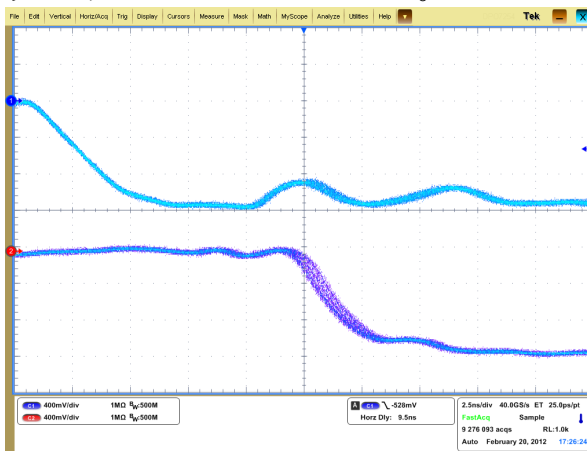


図 6(b) 5ch-STOP 信号

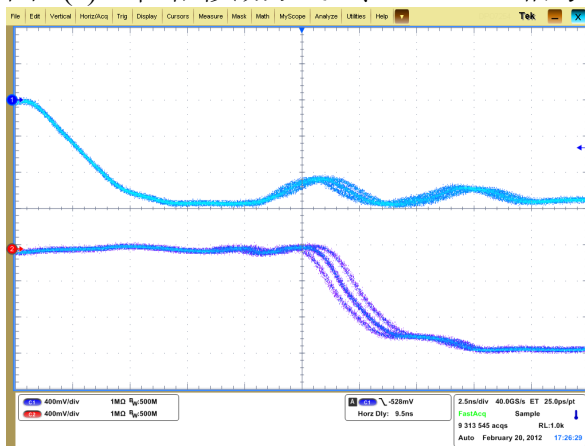


図 6(c) 位相移動方式で、6ch-STOP 信号

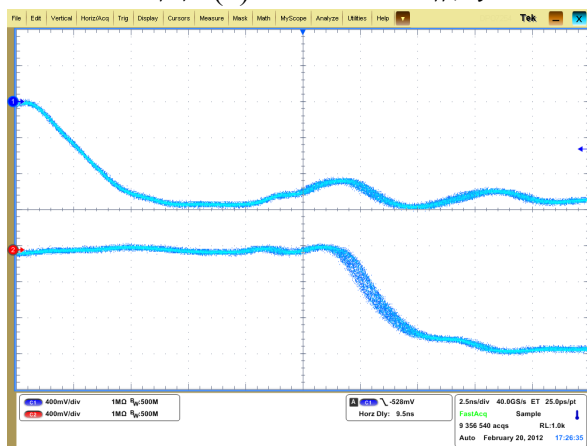
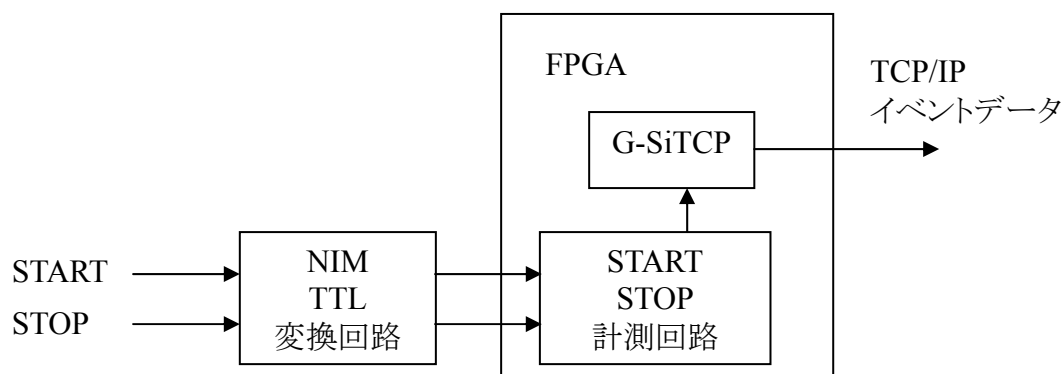
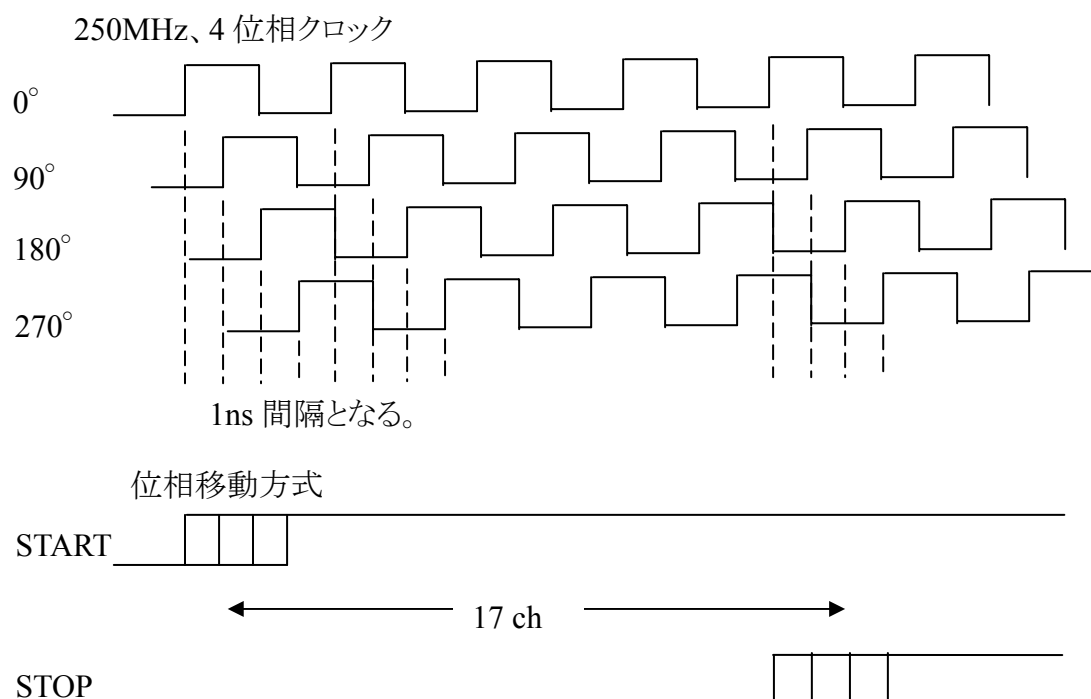


図 6(d) 7ch-STOP 信号

## TDC-NET モジュールの構成



## START、STOP 計測回路のタイミング図



START 信号の始まりの位相を求め、その位相で動作するカウンターの値を使い、STOP 信号が確認されるまでカウントアップする。STOP 信号の始まりの位相で調整することにより、正確な信号間隔を求める。位相が固定化されないので、位相間でのひずみは平均化される。



図 7 に、図 6 の位相移動方式で、4ch から 7ch まで STOP 信号を変えて波形を入力した時の測定データを示す。1ch ごと分離できているのがわかる。

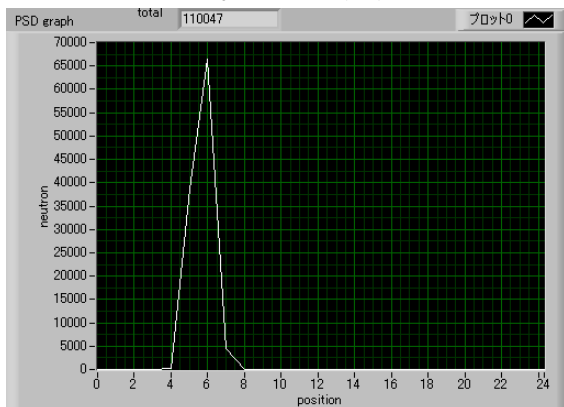


図 7(a) 位相移動方式で、4ch-STOP 信号

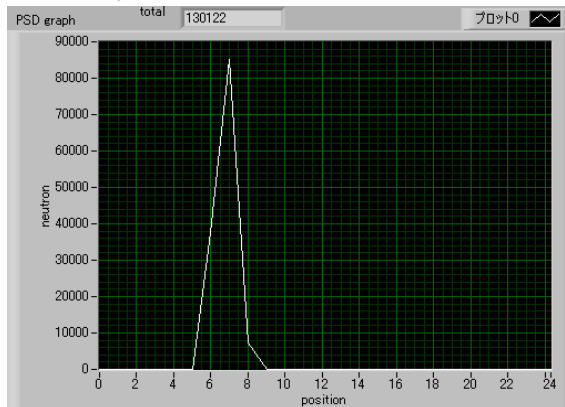


図 7(b) 5ch-STOP 信号

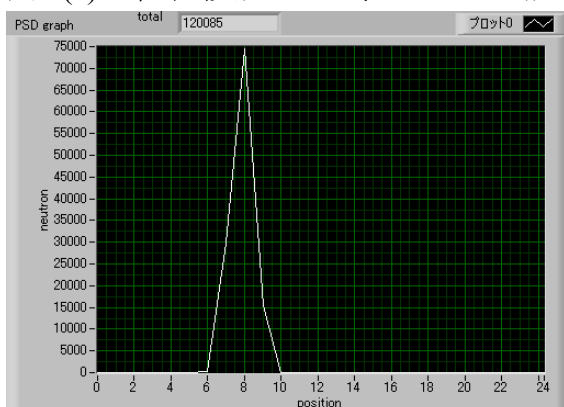


図 7(c) 位相移動方式で、6ch-STOP 信号

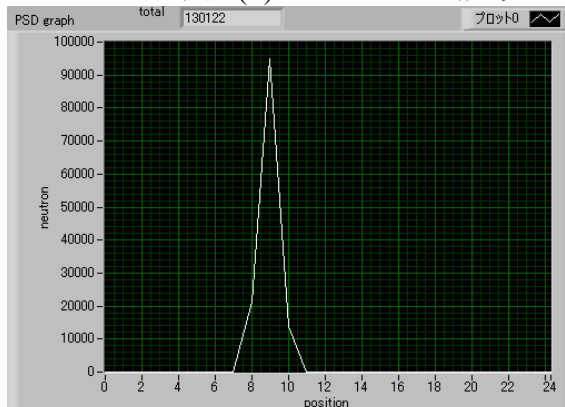


図 7(d) 7ch-STOP 信号

図 8 に位相移動方式で 32ch~480ch をスイープさせた時の測定データを、図 9 にその時の TDC テスト回路の画面を示す。共に 34,211,936 カウントで、送った数と受けた数が合っていることが確認できた。

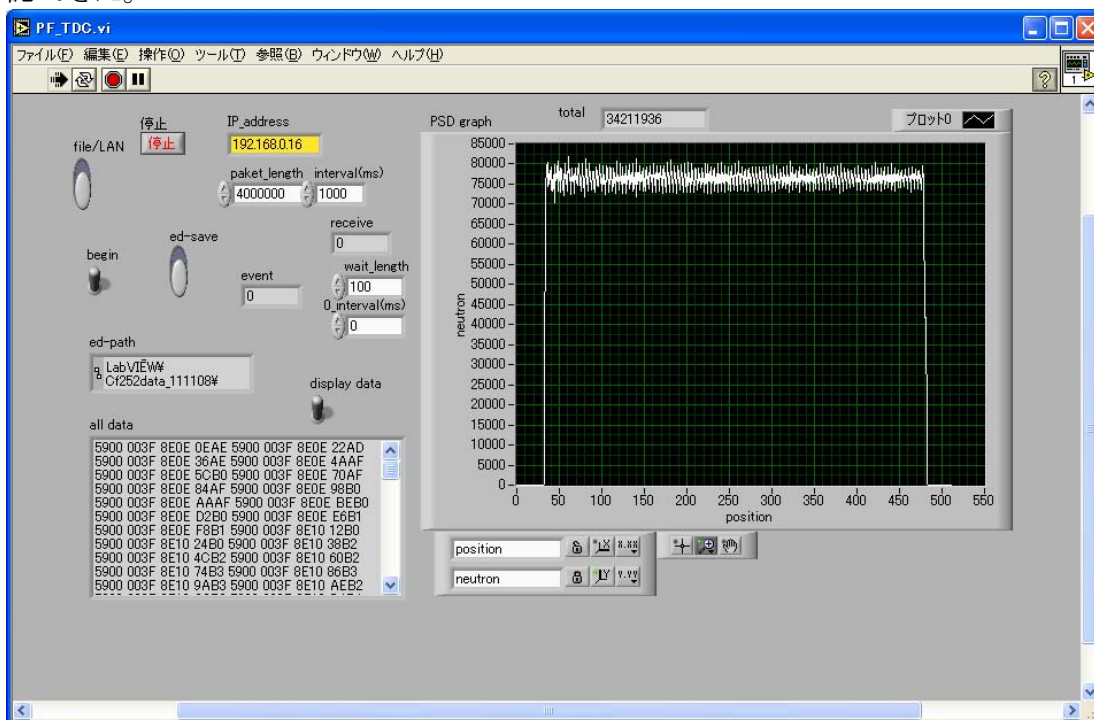


図 8 位相移動方式で 32ch~480ch をスイープさせた時の測定データ、34,211,936 カウント

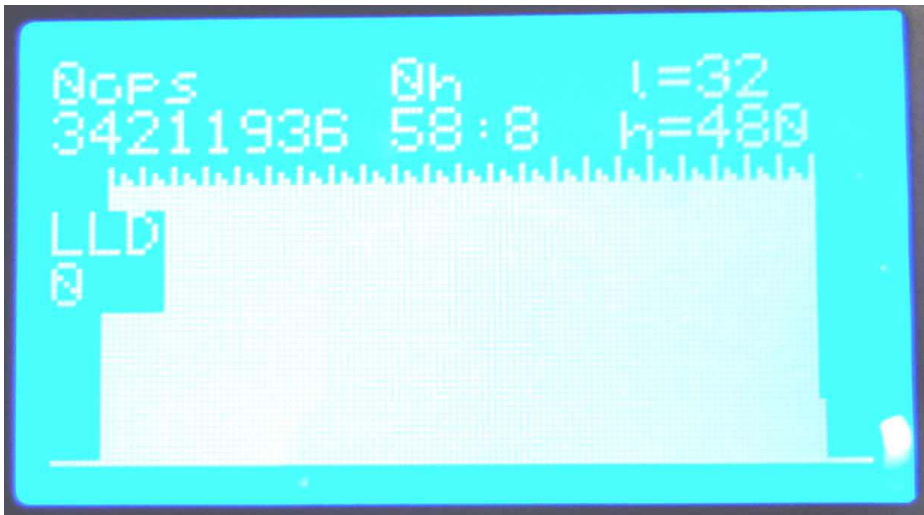


図 9 図 8 のデータを得た時の TDC テスト回路の画面、34,211,936 カウント送った

### TDC イベントデータ

TCP/IP 接続されると、データがあったら下記のフォーマットで送ってくる。図 8 の左下”all data”欄に実際のデータを表示させている。

TDC イベントデータ(8バイト)：

S(29:0)=秒、SS(14:0)=1/32,768 秒、US(10:0)=30us/40MHz。

0x59	S(29:0)	SS(16:0)	TD(8:0)
------	---------	----------	---------

S=秒:30bit で、最大 34 年を表現できる。S=0 を 2008 年 1 月 1 日 0:0:0(UTC)とする。

SS=SS(16:9)の 8 ビットが 256Hz のカウントアップで、残りの SS(8:0)の 9 ビットが 50MHz を  $2^9$  で分周した周期(10.24  $\mu$  秒)でカウントアップしている。256Hz ごとにクリアされる。17bit で 1 秒未満を表現する。

TD=TDC の START と STOP 信号の時間差で、1ns の分解能である。最大 511ns まで表される。

### 時刻設定

図 10 に GATENET モジュール設定用のプログラムでの時刻設定例を示す。(a)が電源投入直後で、(b)が現時刻を設定したところである。UDP/IP で行われ、設定した値はイベントデータの S(29:0)と SS(16:0)に反映される。

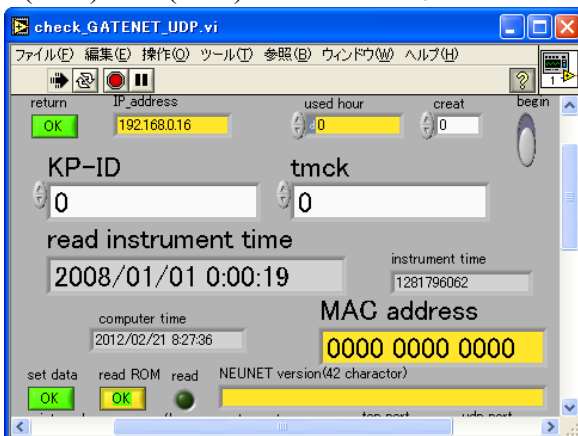


図 10(a) 電源投入後の時刻

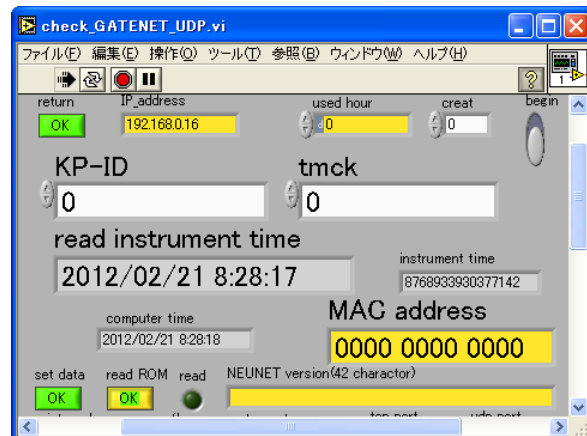


図 10(b) 時刻設定後の時刻