

# GATENET (SiTCP-PSD) の電氣的仕様書

写真1 GATENET モジュール



2008年3月10日 佐藤節夫

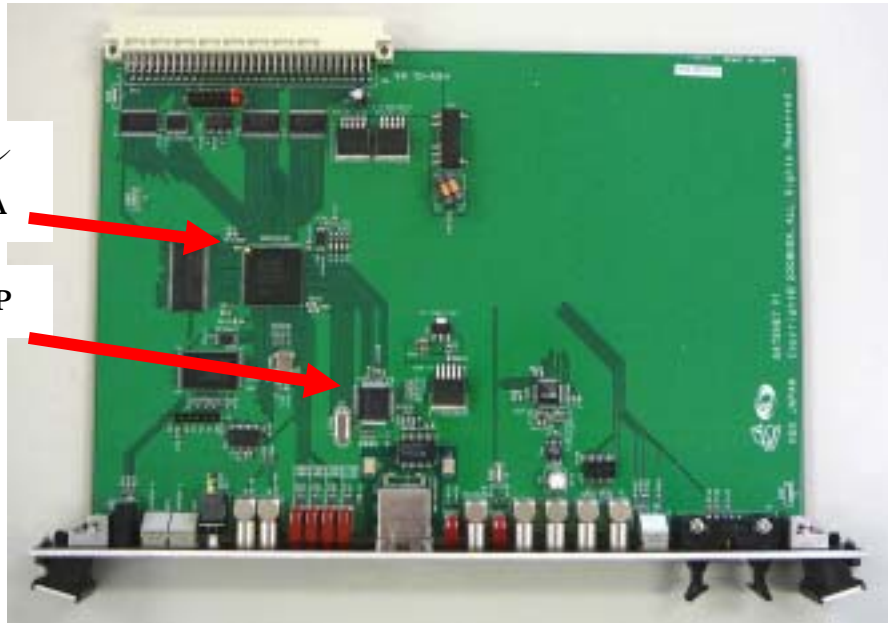
## 概要

パルス中性子源を使用した実験に於いて、パルス中性子の発生を知らせる **T0** 信号を制御する必要がある。回路に、**KEK** の中性子科学研究施設 (**KENS**) で開発した **GATE** モジュールと、**KEK** の素粒子原子核研究所 (素核研) で開発されたシリコン **TCP/IP** (**SiTCP**) 技術を導入し、ネットワーク化を行った。写真 1 に **GATENET** モジュールの使用状況を示す。また、写真 2 に **GATENET** モジュールの詳細を示す。

写真 2 **GATENET-VME** 基板

メイン  
**FPGA**

**SiTCP**



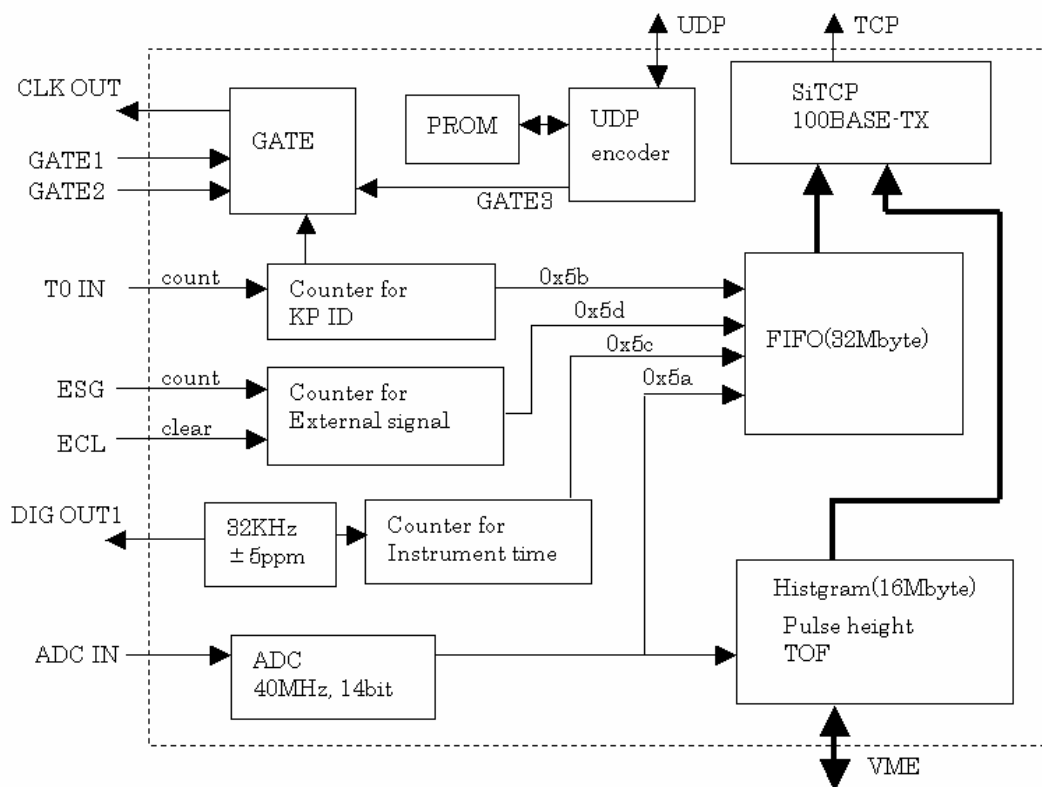
## 主な仕様

- 1-**SiTCP** からネットワークを通して **T0** 信号のイベントデータが読み出せる。
- 2-ネットワーク側から **UDP** 通信で、モジュール情報の読み出しができる。**MAC** アドレスなどの重要な設定は、**ROM** 設定プログラムで始めに 1 度だけ行う。その後は通常プログラムで、読み出しだけができる。

## GATENET モジュールの構成

図 1 に **GATENET** モジュールの構成図を示す。モジュール上に **64M** バイトのメモリを持っているので、**32M** バイトずつ振り分け、イベントデータ用 **FIFO** とヒストグラムデータの構成とした。**ADC** からのデータを両方に振り分け、独立に動作する。

図 1 **GATENET** モジュールの構成図



**SiTCP** 側から制御できる範囲を広げた。デフォルトでは **SiTCP** 側からイベントデータを読み出すことのみができ、ヒストグラムデータは **VME** 側からのみ読み書きできる。新機能として **UDP** からの設定により、ヒストグラムデータも制御できる機能を追加した。ただし、ネットワークを通して同時に読み出すことが無理であるので、読み出すメモリを切り替える機能も追加した。

新機能の使用例として考えられるのは、始めにヒストグラム設定し、データが順調に蓄積されるのを確認後、データ表示をやめる。イベントデータを出力する機能に切り替え、イベント方式でデータを読み出す。イベントデータ測定終了後、ヒストグラムデータ出力に切り替え、それまでに蓄積されたデータを読み出す。

イベントデータとヒストグラムデータが独立に測定できるので、データの信頼性が高められる。

## SiTCP のイベントデータ形式の詳細

TCP/IP アドレス=192.168.0.16+モジュール番号、ポート=23

＜イベントデータ要求のための書き込み＞、PC から NEUNET へ

イベントデータ読み出し、L(23:0)は 16 ビット幅の読み出し最大データ数を指定

|      |  |  |  |         |
|------|--|--|--|---------|
| 0xa3 |  |  |  | L(31:0) |
|------|--|--|--|---------|

UDP のメモリ使用制御領域に書き込むのと同じ効果、AH：アドレス、D：データ

主に、ヒストグラムデータ読み出しのための、先頭アドレス設定用

|      |         |         |        |  |  |  |  |
|------|---------|---------|--------|--|--|--|--|
| 0xa2 | AH(2:0) | D(15:8) | D(7:0) |  |  |  |  |
|------|---------|---------|--------|--|--|--|--|

＜イベントデータの読み出し＞、NEUNET から PC へ

後に続くイベントデータサイズ+イベントデータ列、L(31:0)は 16 ビット幅の、後に続くイベントデータサイズを指定。

|         |                      |
|---------|----------------------|
| L(31:0) | イベントデータ列（または T0 データ） |
|---------|----------------------|

イベントデータサイズをイベント数に変更する必要があるか？各イベントサイズが変わる可能性があるので、絶対値（short word）で示した。

＜各イベントデータの構成＞

中性子イベントデータ（8 バイト）

T(23:0)=T0 からのクロック数、P(2:0)=PSD 番号、PL(11:0)=PHA(11:0)波高値（上位 2 ビット落ち、下位 2 ビット用）、PR(11:0)=PHA(13:2)波高値

|      |         |        |          |          |
|------|---------|--------|----------|----------|
| 0x5a | T(23:0) | P(7:0) | PL(11:0) | PR(11:0) |
|------|---------|--------|----------|----------|

T(23:0)=16,777,216 より、25Hz として、40ms フレーム幅、2.4ns までの時間幅が可能。

P(2:0)= 8-PSD。P(7:3)=モジュール番号。

現在、40MHz クロック（25ns）で動作させている。0xfffff で、TOF 以外にも対応。

PL(11:0)= 14bit-ADC の下位 12bit。PR(11:0)=14bit-ADC の上位 12bit。

14bit-ADC 出力は PR(11:0):PL(1:0)の組み合わせで得られる。12bit だけ必要な場合、PR(11:0)を使用する。

T0 データ（8 バイト）

C(7:0)=クレート番号、M(7:0)=モジュール番号、K(39:0)=t0 パルス番号。25Hz ごとに 1 データが挿入される。

|      |        |        |         |
|------|--------|--------|---------|
| 0x5b | C(7:0) | M(7:0) | K(39:0) |
|------|--------|--------|---------|

C(7:0)= 256 クレート。M(7:0)= 256 モジュール。

K(39:0)=1,000,000,000,000 として、25Hz であると、1,268 年分が表現できる。

T0 データは、KP-GATE モジュールから送られてくるデータのコピーである。KP-GATE

モジュールから送られたデータを、フレームの最後に付ける。必ず装置時刻データが次に来る。

装置時刻データ（８バイト）：厳密には **GATENET** の送ってくる信号である。

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

|             |                |                 |                 |
|-------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <b>0x5c</b> | <b>S(29:0)</b> | <b>SS(14:0)</b> | <b>US(10:0)</b> |
|-------------|----------------|-----------------|-----------------|

**2008 1/1 0:00** を **S(29:0)=0、SS(14:0)=0、US(10:0)=0** として表す。**2042** 年まで (**34** 年間)、表される。

外部 **time clock** データ（８バイト）

**C(7:0)=クレート番号、M(7:0)=モジュール番号、K(39:0)=time clock 番号。**不定期にデータが挿入される。

|             |               |               |                |
|-------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>0x5d</b> | <b>C(7:0)</b> | <b>M(7:0)</b> | <b>K(39:0)</b> |
|-------------|---------------|---------------|----------------|

**C(7:0)= 256** クレート。**M(7:0)= 256** モジュール。

**T0** データと同じ形式である。必ず装置時刻データが次に来る。

UDP による、モジュール情報(ROM)の読み書きーヒストグラム設定データ

UDP/IP アドレス=192.168.0.16+モジュール番号、ポート=0x1234

図 2 に UDP で設定できるメモリマップを示す。

図 2 UDP で設定できるメモリマップ

|       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| アドレス  |                                    |
| 0x0   |                                    |
| 0x40  | モジュール情報 ROM 用バッファ (64 byte)        |
| 0x80  | モジュール現設定情報読み出し領域 (28 byte)         |
| 0x100 | ROM 読み出し、書き込み指令領域 (1 byte)         |
| 0x180 | メモリ使用制御領域 (8 byte)                 |
| 0x188 | ステータスレジスタ (3 byte) ## GATENET 用    |
| 0x18b | パルス ID カウンター (5 byte) ## GATENET 用 |
| 0x190 | 装置時刻相対カウンター (7 byte) ## GATENET 用  |
| 0x198 | SiTCP 側の LLD,時間制限 (8 byte)         |
| 0x1a0 | 外部クロックカウンター (5 byte) ## GATENET 用  |
|       |                                    |

モジュール情報 **ROM** 用バッファ（通常変更不可）

モジュール情報を **ROM** に読み書きするためのバッファメモリ。モジュール作製直後に書き込みできるプログラムで **ROM** 設定する。その後の通常プログラムでは **ROM** の読み出しだけ可能。

**UDP Local\_address: 0x40 ~ 0x7f (64 ~ 127)**

使用できる **ROM** のサイズ=64 バイト

|     | +0                | +1 | +2          | +3 | +4              | +5 | +6        | +7 |
|-----|-------------------|----|-------------|----|-----------------|----|-----------|----|
| 64  | MAC_address(47:0) |    |             |    |                 |    | KIF(15:0) |    |
| 72  | KIE(15:0)         |    | ETO(15:0)   |    | DTO(15:0)       |    | MSL(15:0) |    |
| 80  | RTO(15:0)         |    | Comment 0~5 |    |                 |    |           |    |
| 88  | Comment 6~13      |    |             |    |                 |    |           |    |
| 96  | Comment 14~21     |    |             |    |                 |    |           |    |
| 104 | Comment 22~29     |    |             |    |                 |    |           |    |
| 112 | Comment 30~37     |    |             |    |                 |    |           |    |
| 120 | Comment 38~41     |    |             |    | Used_hour(31:0) |    |           |    |

**MAC\_address:** MACアドレス

**Comment:** モジュールの型番、バージョン、ID 番号を記載

**Used\_hour:** モジュールを使い始めてからの使用累積時間（自動更新）

以下の項目は、現在変更できないようにした。（2008年1月）

**KIF:** Interval time to sent keep-alive-packets when a tx-buffer is not empty. [15:0] (msec)  
// : Default t 0x3E8 (1 sec)

**KIE:** Interval time to sent keep-alive-packets when a tx-buffer is empty. [15:0] (msec)  
// : Default t 0xEA60 (60 sec)

**ETO:** Time-out in establish phase (From recved SYN to receive the next ACK). [15:0] (msec)  
// : Default t 0x1388 (5 sec)

**DTO:** Disconnect time-out when a connection is established. [15:0] (256 msec)  
// : Default t 0x2BF2 (180 sec)

**MSL:** Min. interval time to allow to connect the next connection. [15:0] (msec)  
// : Default t 0x1F4 (500 ms)

**RTO:** Re-transmission time-out[15:0] (msec)  
// : Default t 0x1F4 (500 ms)

モジュール現設定情報読み出し領域（読み出しのみ）

モジュールで使用されている各種の設定値を読み出せる。

**UDP Local\_address: 0x80 ~ 0x9b (128 ~ 155)**

有効領域=32 バイト

|     |                   |           |                  |    |           |    |            |    |
|-----|-------------------|-----------|------------------|----|-----------|----|------------|----|
|     | +0                | +1        | +2               | +3 | +4        | +5 | +6         | +7 |
| 128 | MAC_address(47:0) |           |                  |    |           |    | KIF(15:0)  |    |
| 136 | KIE(15:0)         |           | ETO(15:0)        |    | DTO(15:0) |    | MSL(15:0)  |    |
| 144 | RTO(15:0)         |           | IP_address(31:0) |    |           |    | TCPP(15:0) |    |
| 152 |                   | MSS(11:0) | UDPP(15:0)       |    | FE(7:0)   |    | EV(22:0)   |    |

**MAC\_address:** MACアドレス

**KIF:** Interval time to sent keep-alive-packets when a tx-buffer is not empty. [15:0] (msec)  
// : Default 0x3E8 (1 sec)

**KIE:** Interval time to sent keep-alive-packets when a tx-buffer is empty. [15:0] (msec)  
// : Default 0xEA60 (60 sec)

**ETO:** Time-out in establish phase (From recved SYN to receive the next ACK). [15:0] (msec)  
// : Default 0x1388 (5 sec)

**DTO:** Disconnect time-out when a connection is established. [15:0] (256 msec)  
// : Default 0x2BF2 (180 sec)

**MSL:** Min. interval time to allow to connect the next connection. [15:0] (msec)  
// : Default 0x1F4 (500 ms)

**RTO:** Re-transmission time-out[15:0] (msec)  
// : Default 0x1F4 (500 ms)

**IP\_address:** IPアドレス

**TCPP(15:0):** TCPポート番号

**MSS(11:0):** MSS値

**UDPP(15:0):** UDPポート番号

**FE(7:0):** イベントFIFOのオーバーフロー回数

**EV(22:0):** イベントFIFOの保存データ数（16bit単位）

ROM 読み出し、書き込み指令領域

**UDP Local\_address: 0x100、書き込みデータ : 0x5B**

0x0~0x3f の値を ROM に書き込む。ROM 設定プログラムのみ 0x0~0x7f の値が書き込み。

ROM 読み出し指令

**UDP Local\_address: 0x100、書き込みデータ : 0x5A**

ROM から 0x0~7f の値を読み出す。



メモリ使用制御領域

UDP Local\_address: 0x180 ~ 0x187 (384 ~ 391)

有効領域=8 バイト

|     | +0       | +1 | +2       | +3 | +4       | +5 | +6       | +7 |
|-----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
| 384 | MR(15:0) |    | VC(15:0) |    | VD(15:0) |    | RR(15:0) |    |

MR: (7)= ヒストグラムメモリの使い方、0>>VME 側で制御。1>> SiTCP 側で制御。

(6)=1>> SiTCP 制御の場合、メモリ自動クリア。

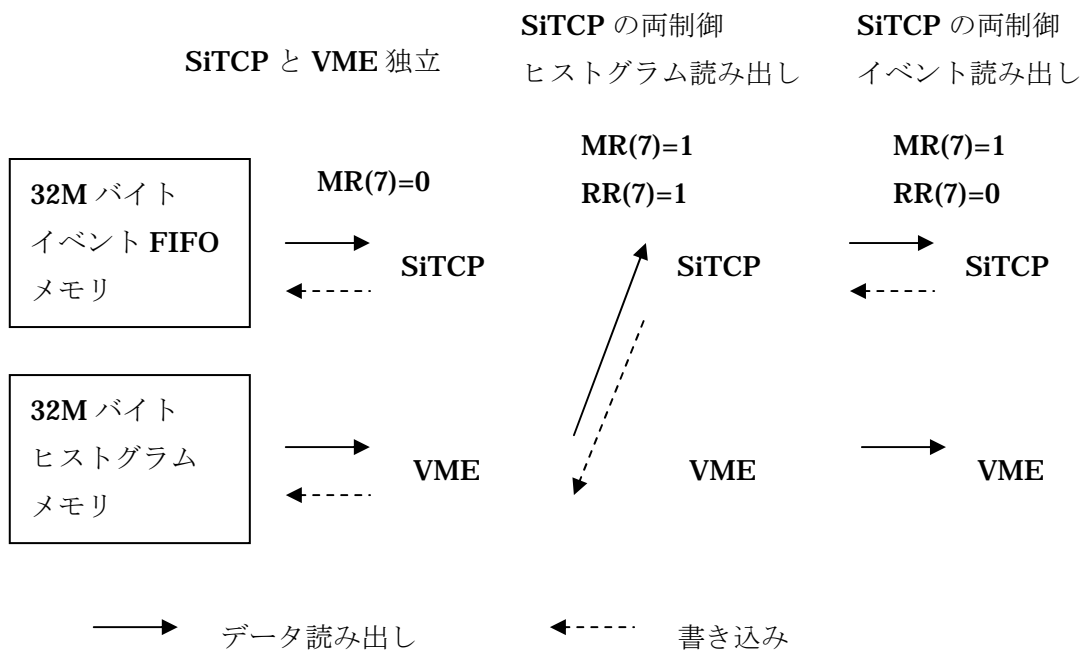
VC: VME のアドレス 4,5 に相当するレジスタ。SiTCP 側制御の時、置き換え。

VD: VME のアドレス 6,7 に相当するレジスタ。SiTCP 側制御の時、置き換え。

RR: SiTCP 制御の場合、(7)=0>>イベントメモリ読み出し、(7)=1>>ヒストグラム読み出し。

図 3 にイベントメモリとヒストグラムメモリの書き込みと読み出しの関係図を示す。  
SiTCP と VME 独立で使用の場合、SiTCP の両制御でヒストグラム読み出しの場合、SiTCP の両制御でイベント読み出しの場合で、それぞれの下に各ビットの設定とデータの流を表している。

図 3 イベントメモリとヒストグラムメモリの制御と読み出しの関係



ステータスレジスタ（GATENET モジュールにのみ有効）

UDP Local\_address: 0x188 ~ 0x18a (392 ~ 394)

有効領域＝3 バイト

|       | +0       | +1 | +2     |
|-------|----------|----|--------|
| 0x188 | ST(15:0) |    | C(7:0) |

ST: (7)=1>> time clock 供給開始。0>> time clock 供給停止。

(6)=1>>FIFO バッファクリア。

C(7:0)=クレート番号

パルス ID カウンター（GATENET モジュールにのみ有効）

UDP Local\_address: 0x18b ~ 0x18f (395 ~ 399)

有効領域＝5 バイト

|       | +0      | +1 | +2 | +3 | +4 |
|-------|---------|----|----|----|----|
| 0x18b | K(39:0) |    |    |    |    |

K(39:0)=t0 パルス番号。

装置時刻相対カウンタ（GATENET モジュールにのみ有効）

UDP Local\_address: 0x190 ~ 0x196 (400 ~ 406)

有効領域＝7 バイト

|       | +0      | +1 | +2 | +3       | +4 | +5       | +6 |
|-------|---------|----|----|----------|----|----------|----|
| 0x190 | S(29:0) |    |    | SS(14:0) |    | US(10:0) |    |

S=秒、SS=1/32,768 秒、US=30us/40MHz

SiTCP 側の LLD,時間制限

UDP Local\_address: 0x198 ~ 0x19f (408 ~ 415)

有効領域＝8 バイト

|       | +0        | +1 | +2        | +3 | +4 | +5        | +6 | +7 |
|-------|-----------|----|-----------|----|----|-----------|----|----|
| 0x198 | LLD(15:0) |    | TMH(23:0) |    |    | TML(23:0) |    |    |

LLD=閾値、TMH=時間上限制限、TML=時間下限制限

外部クロックカウンタ（GATENET モジュールにのみ有効）

UDP Local\_address: 0x1a0 ~ 0x1a4 (416 ~ 420)

有効領域 = 5 バイト

|       |         |    |    |    |    |
|-------|---------|----|----|----|----|
|       | +0      | +1 | +2 | +3 | +4 |
| 0x1a0 | K(39:0) |    |    |    |    |

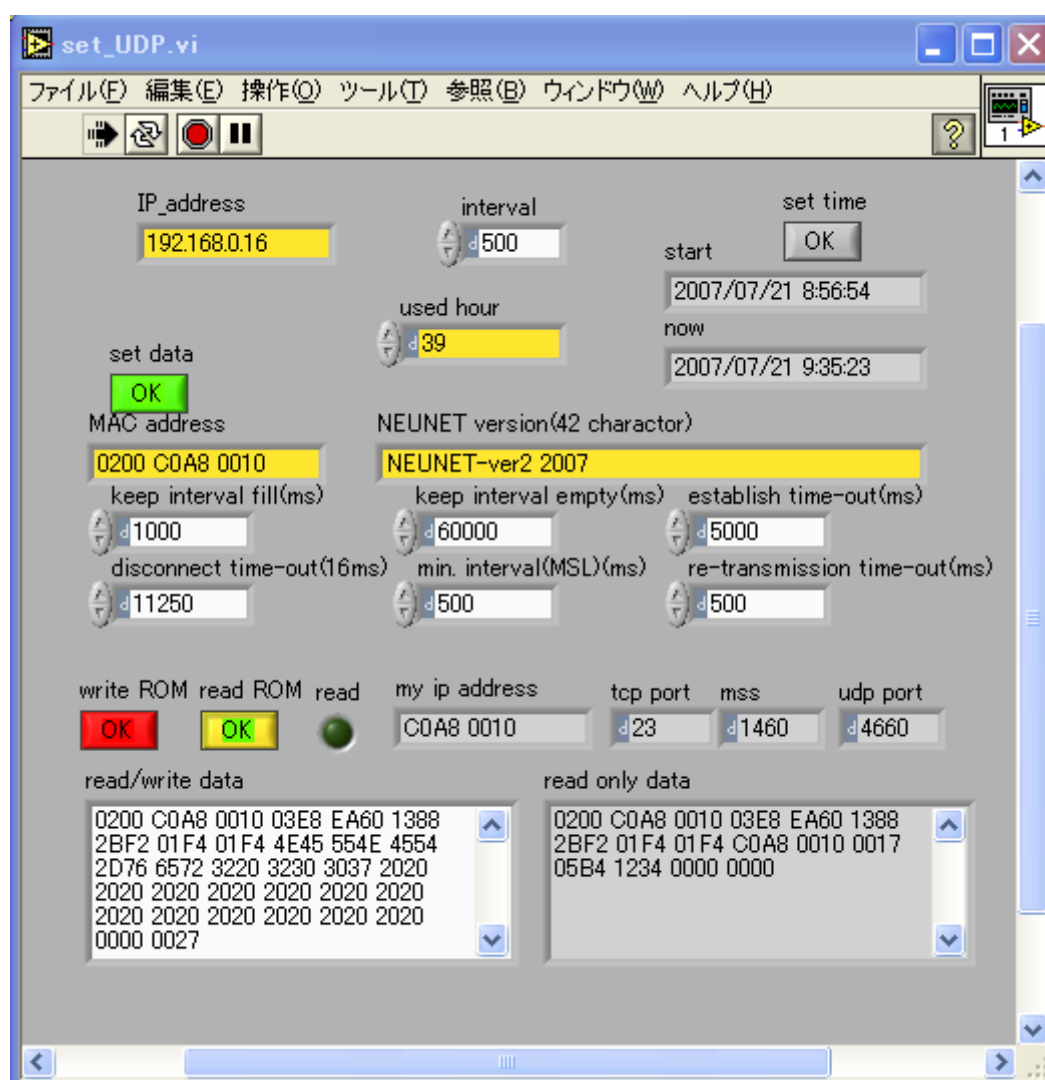
K(39:0)=time clock 信号数。

UDP による、モジュール情報の読み出し、設定画像

図4に UDP による、モジュール情報の読み出し、赤が非常に重要、黄色が重要、緑が良く使うボタンを表す。設定画像を示す。IP\_address に設定を行うモジュールの IP アドレスを設定する。Used\_hour はモジュールの使用時間を表すと同時に、ここに設定して初期化を行うことができる。Set\_data で used\_hour, MAC\_address, NEUNET\_version, keep\_interval\_fill, keep\_interval\_empty, , , re-transmission\_time-out の値を read/write\_data に準備できる。Write\_ROM ボタンを押すとモジュール内 ROM に書き込みができる。Read\_ROM を押すと ROM の値を読み出すことができる。

Read/write\_data が local address=0~63 に、read\_only\_data が local address=64~95 に相当している。

図4 UDP による、モジュール情報の読み出し、設定画像



### T0 信号の配信方法

今までの **T0** 信号は、パルス中性子に同期して配信し、立ち上がりだけを使用していた。しかし、パルス情報も必要なので、**T0** 信号に埋め込むことにした。パルス中性子間には十分に時間があるので、方式はシリアル転送で、図5の通りとする。情報 **T0** 信号（仮称）は **48** ビットのデータを送る。前半 **8** ビットがクレート番号、後半 **40** ビットがパルス番号とする。次の **T0** 信号の立ち上がりで **T0** データとしてイベントデータ内に書き込む。次の **T0** 信号の立ち上がりのタイミングで書き込む。信号が適合していない場合は、今までどおりに立ち上がりだけを使用し、書き込まない。

図5 情報 **T0** 信号の構成

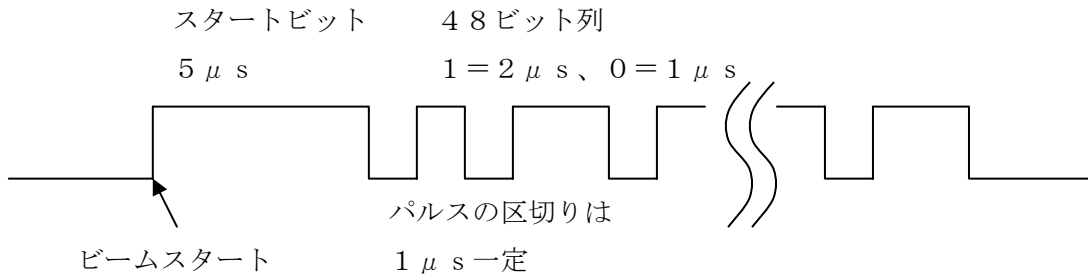


図6に情報 **T0** 信号の全体波形を示す。始めの4ビットが0で、次の4ビットが1を表している。図7は **T0** データを調べるための生データで、赤く囲った場所が **T0** 信号である。前後のイベントデータの時間データを見ると、次のパルスの前に書き込まれたことが確認できた。

図6 情報 **T0** 信号の全体波形

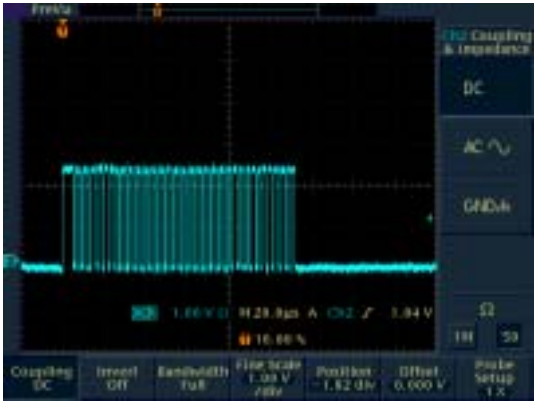


図7 **T0** データを含む生データ

