簡易GPS時計V3(自動時刻同期+低消費電力)

概要

以前にもGPS時計(調整不要)を製作しました。 それは、常にGPS受信モジュールを起動させておき、そこから送られてくるデータ(1秒周期)の中から、時刻データのみを抜き出し、LCDに表示するものでした。

しかしGPS受信モジュールは、意外と電流(約200mA)を必要とするので、常時起動では乾電池の駆動には 向きません。

そこで、基本的な時刻管理は、内部で通常の精度で行い、時刻の校正を必要とするときだけGPSモジュール を起動し、送られてくるデータを利用することにより、時刻の精度維持と低消費電力を図ってみました。

<仕様>

- 高精度のクリスタルオシレータを利用し、基本的な時刻管理は、内部(PIC単体)で行います。
  ※最小単位は、0.1秒です。
- 手動または自動(毎時零分)で、GPSモ受信ジュールからのデータを受信し、時刻を校正します。
- 時刻校正の時のみGPS受信モジュールを起動し、低消費電力化を図ります。
- スイッチ(SW4)の押下により、時刻データをRS232C経由で送信します。
  ※このデータを利用することにより、高精度な時計機能を実現することが出来ます。

動作原理

<基準時間(0.1sec)> 時刻管理をするための最小単位である0.1secの基準時間を得ます。

- 精度の高い、クリスタルオシレータ(8.000000MHz)を使用します。
- CCPモジュールをコンペアモードで使用し、0.1secの割り込みを発生させます。

<時刻管理> 基準時間(0.1sec)でクロック変数(clock)を、インクリメント(+1)します。 クロック変数(clock)から、時分秒ミリ秒を求める式は、次のようになります。

```
hh = clock / 36000;
mm = (clock - (36000 * (long)hh)) / 600;
ss = (clock - (36000 * (long)hh) - (600 * (long)mm)) / 10;
ms = (clock - (36000 * (long)hh) - (600 * (long)mm)) - (10 * (long)ss);
```

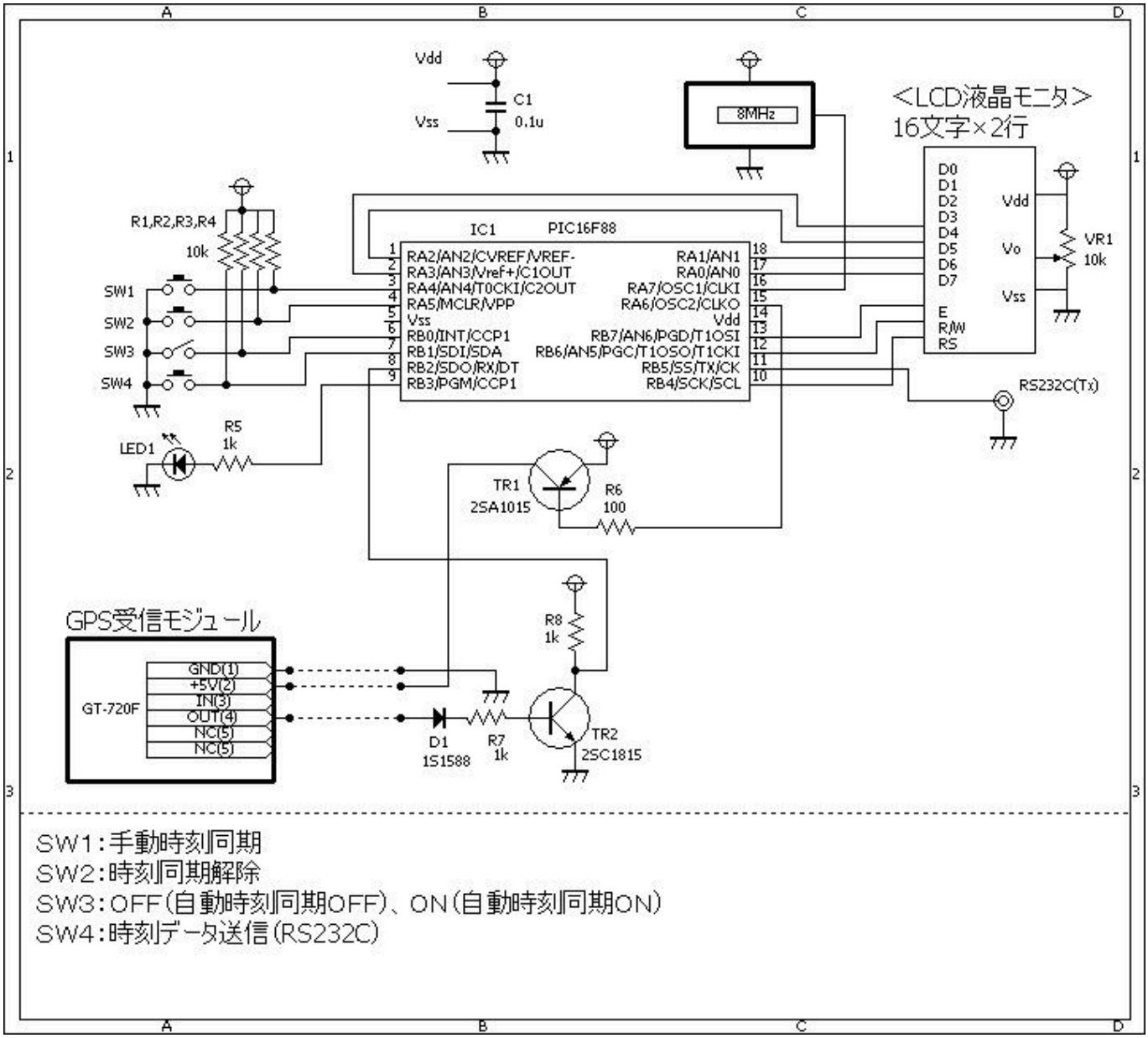
<時刻同期> 手動(スイッチ(SW1)押下)または、自動(スイッチ(SW3)ONおよび毎時零分)によりGPS受信モジュール を起動し、受信した時刻データを元に、クロック変数(clock)を校正しますGPS受信モジュールが、GPS衛星からの受信不可の場合(例えば、屋内などのGPS衛星からの、電波受信 状況の悪い場所での本装置の使用時など)には、スイッチ(SW2)押下により、解除することが出来ます。 その時にはGPS受信モジュールが保持している、時刻データを元に、クロック変数(clock)を校正します。

※GPS受信モジュールは、時刻同期を実施するときのみ接続し、後は外していても構いません。

<時刻データの送信> 必要に応じて(スイッチ(SW4)の押下)、時刻データをRS232C経由で送信することが出来ます。 そのフォーマットは、次のようになります。(例、12時34分56秒S:startE:end)

```
S12:34:56E
```

回路図



ソースコード

gps_clock_v2.c

```
//*****************************************************************************
*
/*
□□□□□□時計（自動時刻同期＆低消費電力）」
*/
//*****************************************************************************
```

```
*

#define       SW1         PORTA.F4
#define       SW2         PORTA.F5
#define       SW3         PORTB.F0
#define       SW4         PORTB.F1

#define       GT720F    PORTA.F6

#define       CR          0x0D
#define       LF          0x0A
#define       FF          0x0C

#define       LED         PORTB.F3
#define       ON          1
#define       OFF          0

//*****************************************************************************
*

static unsigned    long    clock;

void   interrupt()
{
    if (PIR1.CCP1IF == 1) {
        PIR1.CCP1IF = 0;
        //
        clock++;
    }
}

//*****************************************************************************
*

static unsigned    short    flg, len;
static unsigned    short    hd[8], utc[12], latitude[12],
longitude[12];
static unsigned    short    quality[4], satellites[4];

void   gps_recv()
{
    static    unsigned    short    rd;
    //
    flg = 0;
    len = 0;
    //
    while (flg != 8) {
        if (Usart_Data_Ready() == 0)
            continue;
        rd = Usart_Read();
        if (rd == LF) {
```

```
            len = 0;
            continue;
        }
        //
        switch (flg) {
        case 0:
            hd[len] = rd;
            len++;
            if (len == 7) {
                len = 0;
                if (strncmp(hd, "$GPGGA,", 7) == 0) {
                    flg = 1;
                }
            }
            break;
        case 1:
            if (rd == ',') {
                utc[len] = 0x00;
                len = 0;
                flg = 2;
            } else {
                utc[len] = rd;
                len++;
            }
            break;
        case 2:
            if (rd == ',') {
                latitude[len] = 0x00;
                len = 0;
                flg = 3;
            } else {
                latitude[len] = rd;
                len++;
            }
            break;
        case 3:
            if (rd == ',') {
                len = 0;
                flg = 4;
            }
            break;
        case 4:
            if (rd == ',') {
                longitude[len] = 0x00;
                len = 0;
                flg = 5;
            } else {
                longitude[len] = rd;
                len++;
            }
```

```
            break;
        case 5:
            if (rd == ',') {
                len = 0;
                flg = 6;
            }
            break;
        case 6:
            if (rd == ',') {
                quality[len] = 0x00;
                len = 0;
                flg = 7;
            } else {
                quality[len] = rd;
                len++;
            }
            break;
        case 7:
            if (rd == ',') {
                satellites[len] = 0x00;
                len = 0;
                flg = 8;
            } else {
                satellites[len] = rd;
                len++;
            }
            break;
        }
    }
}

//*****************************************************************************
*

static char    buf[16], tmp[8];
static unsigned    short    hh, mm, ss, ms;

unsigned   long    gps_get_clock()
{
    static    unsigned    long    t;
    //
    while (1) {
        gps_recv();
        Lcd_Custom_Out(2, 1, utc);
        Lcd_Custom_Out(2, 13, quality);
        Lcd_Custom_Out(2, 15, satellites);
        if ((quality[0] != '0') || (SW2 == 0))
            break;
    }
    //
    hh = ((utc[0] - '0') * 10) + (utc[1] - '0');
```

```
    mm = ((utc[2] - '0') * 10) + (utc[3] - '0');
    ss = ((utc[4] - '0') * 10) + (utc[5] - '0');
    ms = ((utc[7] - '0') * 100) + ((utc[8] - '0') * 10) + (utc[8] -
'0');
    t = ((long)hh * 36000) + ((long)mm * 600) + ((long)ss * 10) +
((long)ms / 100);
    return (t + (9 * 36000));    //UTC -> JST
}

//*********************************************************************
*

void   Usart_Write_Str(unsigned short *pData)
{
    while (*pData != 0x00) {
        Usart_Write(*pData);
        pData++;
        Delay_ms(10);
    }
}

//*********************************************************************
*

void   ByteToStr2(unsigned short number, char *output)
{
    ByteToStr(number, output);
    output[0] = (output[1] == ' ') ? '0' : output[1];
    output[1] = output[2];
    output[2] = 0x00;
}

//*********************************************************************
*

void   main()
{
    //
//    OSCCON = 0b01110000;
    CMCON  = 0b00000111;
    ANSEL  = 0b00000000;
    TRISA  = 0b10110000;
    TRISB  = 0b00000111;
    //
    LED = OFF;
    GT720F = 1;
    // TIMER1の設定
    PIE1.TMR1IE = 0;
    PIR1.TMR1IF = 0;
    T1CON.T1CKPS0 = 1;
```

```
    T1CON.T1CKPS1 = 1;
    T1CON.TMR1ON = 0;
    TMR1L = 0;
    TMR1H = 0;
    // CCPの設定
    PIE1.CCP1IE = 1;
    PIR1.CCP1IF = 0;
    CCP1CON.CCP1M3 = 1;
    CCP1CON.CCP1M2 = 0;
    CCP1CON.CCP1M1 = 1;
    CCP1CON.CCP1M0 = 1;
    CCPR1L = 0xA8;    // 0.1sec...(1÷8000000)*4*8*25000
    CCPR1H = 0x61;    //
    //
    Lcd_Custom_Config(&PORTA, 0, 1, 2, 3, &PORTB, 4, 6, 7);
    Lcd_Custom_Cmd(LCD_CURSOR_OFF);
    Lcd_Custom_Cmd(LCD_CLEAR);
    Lcd_Custom_Out(1, 1, "GpsClock v2");
    Delay_ms(500);
    Lcd_Custom_Cmd(LCD_CLEAR);
    Lcd_Custom_Chr(1, 3, ':');
    Lcd_Custom_Chr(1, 6, ':');
    Lcd_Custom_Chr(1, 9, '.');
    //
    Usart_Init(9600);
    //
    clock = 0;
    //割り込みを許可する。
    INTCON.PEIE = 1;
    INTCON.GIE = 1;
    //
    T1CON.TMR1ON = 1;
    //
    while (1) {
        //clock変数から、時、分、秒、ミリ秒を求める。
        hh = clock / 36000;
        mm = (clock - (36000 * (long)hh)) / 600;
        ss = (clock - (36000 * (long)hh) - (600 * (long)mm)) / 10;
        ms = (clock - (36000 * (long)hh) - (600 * (long)mm)) - (10 *
(long)ss);
        //時を表示する。
        ByteToStr2(hh, buf);
        Lcd_Custom_Out(1, 1, buf);
        //分を表示する。
        ByteToStr2(mm, buf);
        Lcd_Custom_Out(1, 4, buf);
        //秒を表示する。
        ByteToStr2(ss, buf);
        Lcd_Custom_Out(1, 7, buf);
        //ミリ秒を表示する。
        ByteToStr(ms, buf);
```

```
        Lcd_Custom_Out(1, 10, &buf[2]);
        //GPSと時刻同期する。（手動）
        if (SW1 == 0) {
            GT720F = 0;
            clock = gps_get_clock();
            GT720F = 1;
        }
        //GPSと時刻同期する。（自動：毎時０分０秒）
        if ((SW3 == 0) && (mm == 0) && (ss == 0)) {
            GT720F = 0;
            clock = gps_get_clock();
            GT720F = 1;
        }
        //□□□□□□に時刻データを送信する。
        if (SW4 == 0) {
            while (SW4 == 0) {
                Delay_ms(100);
            }
            LED = ON;
            Usart_Write_Str("S");
            ByteToStr2(hh, buf);
            Usart_Write_Str(buf);
            Usart_Write_Str(":");
            ByteToStr2(mm, buf);
            Usart_Write_Str(buf);
            Usart_Write_Str(":");
            ByteToStr2(ss, buf);
            Usart_Write_Str(buf);
            Usart_Write_Str("E");
            LED = OFF;
        }
    }
}

//*********************************************************************
*
```

※日付表示を追加したバージョンです□(mikroC PRO版)

gps_clock_v21.c

```
//*********************************************************************
*
/*
□□□□□□時計（自動時刻同期＆低消費電力□V2.1□□□日付表示を追加
*/
//*********************************************************************
*
```

```
#define                 SW1                 PORTA.F4
#define                 SW2                 PORTA.F5
#define                 SW3                 PORTB.F0
#define                 SW4                 PORTB.F1

#define                 GT720F          PORTA.F6

#define                 CR                  0x0D
#define                 LF                  0x0A
#define                 FF                  0x0C

#define                 LED                 PORTB.F3
#define                 ON                  1
#define                 OFF                 0

//*****************************************************************************
*

static          unsigned        long        clock;

void        interrupt()
{
        if (PIR1.CCP1IF == 1) {
                PIR1.CCP1IF = 0;
                //
                clock++;
        }
}

//*****************************************************************************
*
//$GPRMC,015315.598,A,3456.7835,N,13511.2730,E,000.0,000.0,160310,,,A*6
0

static          unsigned        short       flg, len;
static          unsigned        short       hd[8], utc[12], stat[4],
latitude[12], longitude[12], date[8];

void        gps_recv()
{
        static          unsigned        short       rd;
        //
        flg = 0;
        len = 0;
        //
        while (flg != 10) {
                if (UART1_Data_Ready() == 0)
                        continue;
                rd = UART1_Read();
                if (rd == LF) {
                        len = 0;
```

```
                continue;
        }
        //
        switch (flg) {
        case 0:
                hd[len] = rd;
                len++;
                if (len == 7) {
                        len = 0;
                        if (strncmp(hd, "$GPRMC,", 7) == 0) {
                                flg = 1;
                        }
                }
                break;
        case 1:
                if (rd == ',') {
                        utc[len] = 0x00;
                        len = 0;
                        flg = 2;
                } else {
                        utc[len] = rd;
                        len++;
                }
                break;
        case 2:
                if (rd == ',') {
                        stat[len] = 0x00;
                        len = 0;
                        flg = 3;
                } else {
                        stat[len] = rd;
                        len++;
                }
                break;
        case 3:
                if (rd == ',') {
                        latitude[len] = 0x00;
                        len = 0;
                        flg = 4;
                } else {
                        latitude[len] = rd;
                        len++;
                }
                break;
        case 4:
                if (rd == ',') {
                        len = 0;
                        flg = 5;
                }
                break;
```

```
                case 5:
                        if (rd == ',') {
                                longitude[len] = 0x00;
                                len = 0;
                                flg = 6;
                        } else {
                                longitude[len] = rd;
                                len++;
                        }
                        break;
                case 6:
                        if (rd == ',') {
                                len = 0;
                                flg = 7;
                        }
                        break;
                case 7:
                        if (rd == ',') {
                                len = 0;
                                flg = 8;
                        }
                        break;
                case 8:
                        if (rd == ',') {
                                len = 0;
                                flg = 9;
                        }
                        break;
                case 9:
                        if (rd == ',') {
                                date[len] = 0x00;
                                len = 0;
                                flg = 10;
                        } else {
                                date[len] = rd;
                                len++;
                        }
                        break;
                }
        }
}

//*****************************************************************************
*

static      char        buf[16], tmp[8];
static      unsigned    short    hh, mm, ss, ms;

unsigned    long    gps_get_clock()
{
        static    unsigned    long    t;
```

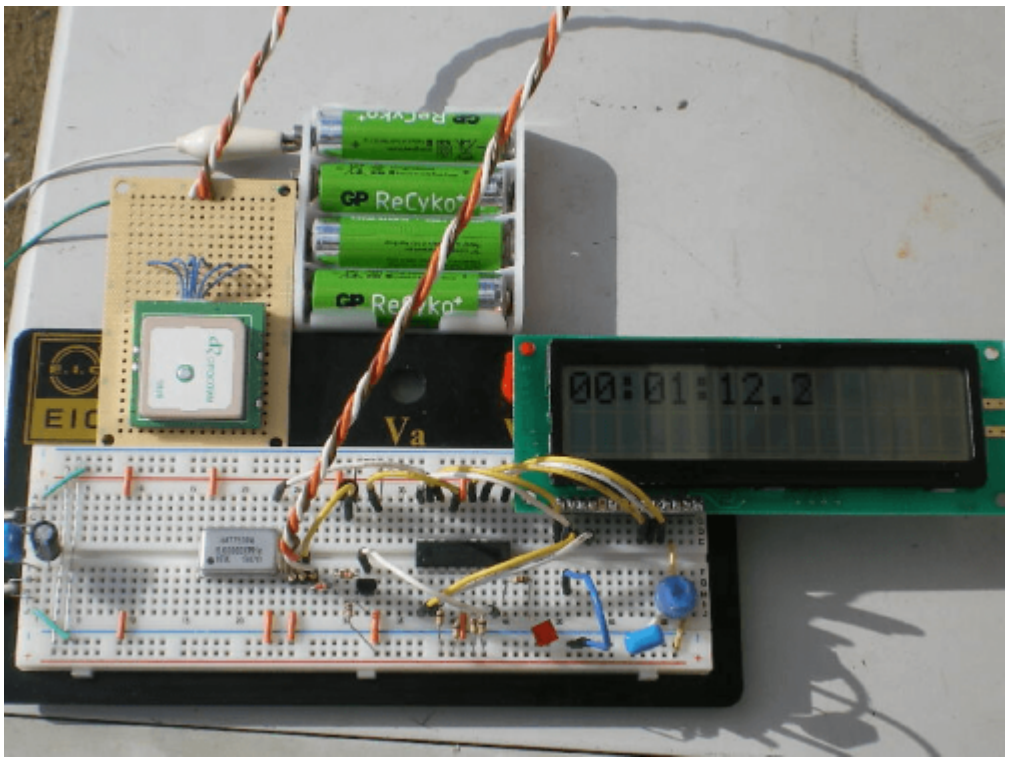
```
        //
        while (1) {
                gps_recv();
                Lcd_Out(2, 1, utc);
                date[4] = '/';
                date[5] = date[0];
                date[6] = date[1];
                date[7] = 0x00;
                memcpy(date, &date[2], 6);
                Lcd_Out(1, 12, date);
                Lcd_Out(2, 16, stat);
                if ((stat[0] == 'A') || (SW2 == 0))
                        break;
        }
        //
        hh = ((utc[0] - '0') * 10) + (utc[1] - '0');
        mm = ((utc[2] - '0') * 10) + (utc[3] - '0');
        ss = ((utc[4] - '0') * 10) + (utc[5] - '0');
        ms = ((utc[7] - '0') * 100) + ((utc[8] - '0') * 10) + (utc[8] -
'0');
        t = ((long)hh * 36000) + ((long)mm * 600) + ((long)ss * 10) +
((long)ms / 100);
        return (t + (9 * 36000));        //UTC -> JST
}

//*********************************************************************
*

void        UART1_Write_Str(unsigned short *pData)
{
        while (*pData != 0x00) {
                UART1_Write(*pData);
                pData++;
                Delay_ms(10);
        }
}

//*********************************************************************
*

void        ByteToStr2(unsigned short number, char *output)
{
        ByteToStr(number, output);
        output[0] = (output[1] == ' ') ? '0' : output[1];
        output[1] = output[2];
        output[2] = 0x00;
}

//*********************************************************************
*
```

```
// Lcd pinout settings
sbit LCD_RS  at  RB4_bit;
sbit LCD_RW  at  RB6_bit;
sbit LCD_EN  at  RB7_bit;
sbit LCD_D7  at  RA0_bit;
sbit LCD_D6  at  RA1_bit;
sbit LCD_D5  at  RA2_bit;
sbit LCD_D4  at  RA3_bit;

// Pin direction
sbit LCD_RS_Direction at TRISB4_bit;
sbit LCD_RW_Direction at TRISB6_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISB7_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISA0_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISA1_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISA2_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISA3_bit;

void    init_lcd()
{
    LCD_RW_Direction = 0;
    LCD_RW = 0;
        Lcd_Init();
        Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
        Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
        Lcd_Out(1, 1, "GpsClock v2.10");
        Delay_ms(500);
        Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
}

//*****************************************************************************
*

void    init_timer()
{
        // TIMER1の設定
        PIE1.TMR1IE = 0;
        PIR1.TMR1IF = 0;
        T1CON.T1CKPS0 = 1;
        T1CON.T1CKPS1 = 1;
        T1CON.TMR1ON = 0;
        TMR1L = 0;
        TMR1H = 0;
        // CCPの設定
        PIE1.CCP1IE = 1;
        PIR1.CCP1IF = 0;
        CCP1CON.CCP1M3 = 1;
        CCP1CON.CCP1M2 = 0;
        CCP1CON.CCP1M1 = 1;
        CCP1CON.CCP1M0 = 1;
```

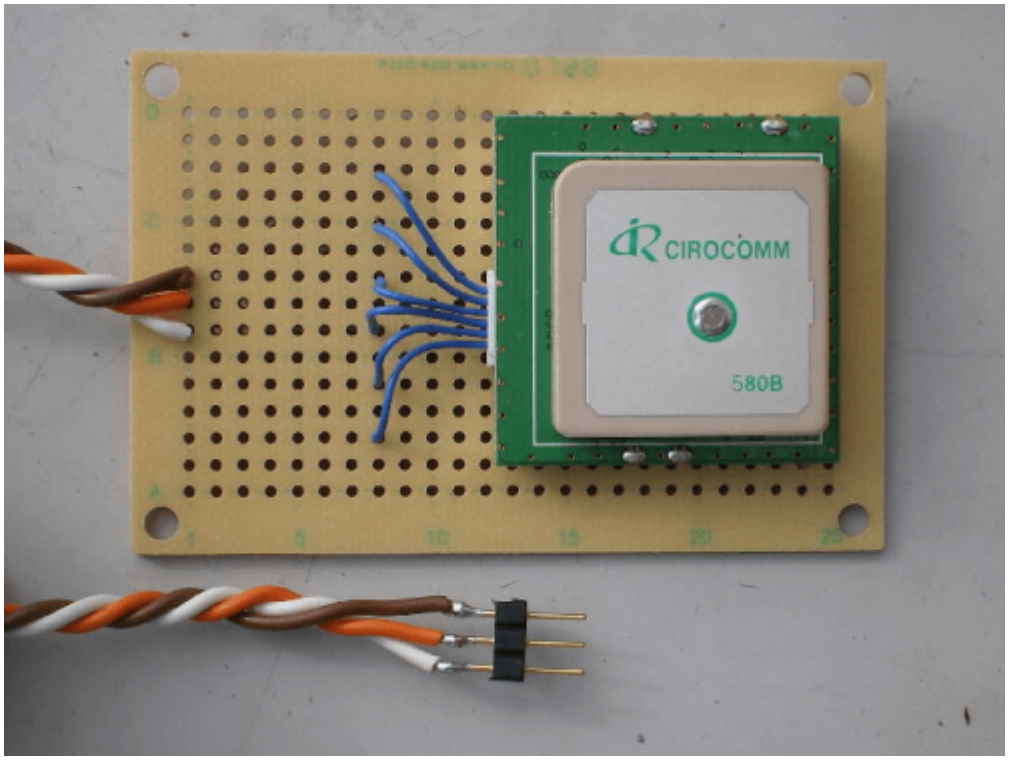
```
        CCPR1L = 0xA8;          // 0.1sec...(1÷8000000)*4*8*25000
        CCPR1H = 0x61;          //
}

//*****************************************************************************
*

void    main()
{
        //
//        OSCCON = 0b01110000;
        CMCON  = 0b00000111;
        ANSEL  = 0b00000000;
        TRISA  = 0b10110000;
        TRISB  = 0b00000111;
        //
        LED = OFF;
        GT720F = 1;
        //
        init_lcd();
        Lcd_Chr(1, 3, ':');
        Lcd_Chr(1, 6, ':');
        Lcd_Chr(1, 9, '.');
        //
        UART1_Init(9600);
        //
        clock = 0;
        strcpy(date, "??/??");
        //
        init_timer();
        //割り込みを許可する。
        INTCON.PEIE = 1;
        INTCON.GIE = 1;
        //
        T1CON.TMR1ON = 1;
        //
        while (1) {
                //clock変数から、時、分、秒、ミリ秒を求める。
                hh = clock / 36000;
                mm = (clock - (36000 * (long)hh)) / 600;
                ss = (clock - (36000 * (long)hh) - (600 * (long)mm)) /
10;
                ms = (clock - (36000 * (long)hh) - (600 * (long)mm)) -
(10 * (long)ss);
                //時を表示する。
                ByteToStr2(hh, buf);
                Lcd_Out(1, 1, buf);
                //分を表示する。
                ByteToStr2(mm, buf);
                Lcd_Out(1, 4, buf);
```

```
                //秒を表示する。
                ByteToStr2(ss, buf);
                Lcd_Out(1, 7, buf);
                //ミリ秒を表示する。
                ByteToStr(ms, buf);
                Lcd_Out(1, 10, &buf[2]);
                //GPSと時刻同期する。（手動）
                if (SW1 == 0) {
                        GT720F = 0;
                        clock = gps_get_clock();
                        GT720F = 1;
                }
                //GPSと時刻同期する。（自動：毎時０分０秒）
                if ((SW3 == 0) && (mm == 0) && (ss == 0)) {
                        GT720F = 0;
                        clock = gps_get_clock();
                        GT720F = 1;
                }
                //□□□□□□に時刻データを送信する。
                if (SW4 == 0) {
                        while (SW4 == 0) {
                                Delay_ms(100);
                        }
                        LED = ON;
                        UART1_Write_Str("S");
                        UART1_Write_Str(date);
                        UART1_Write_Str(" ");
                        ByteToStr2(hh, buf);
                        UART1_Write_Str(buf);
                        UART1_Write_Str(":");
                        ByteToStr2(mm, buf);
                        UART1_Write_Str(buf);
                        UART1_Write_Str(":");
                        ByteToStr2(ss, buf);
                        UART1_Write_Str(buf);
                        UART1_Write_Str("E");
                        LED = OFF;
                }
        }
}

//*********************************************************************
*
```

動作確認

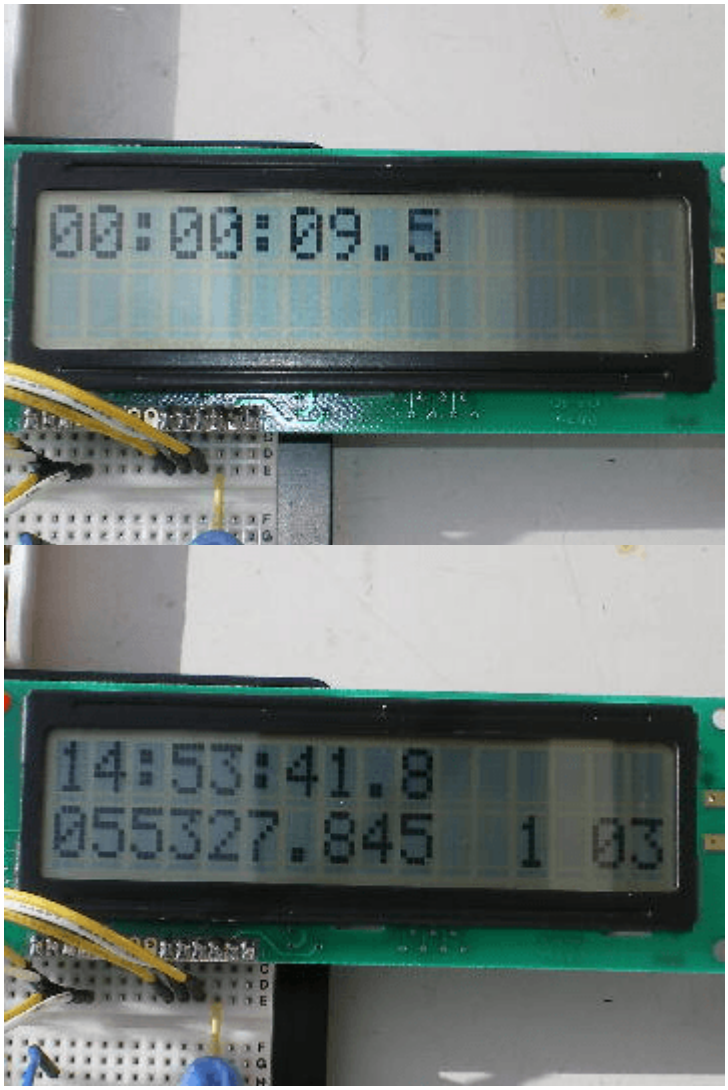


GT-720Fは、接続線が細く切れやすいので、基板に固定し、少し太めの線に変換します。

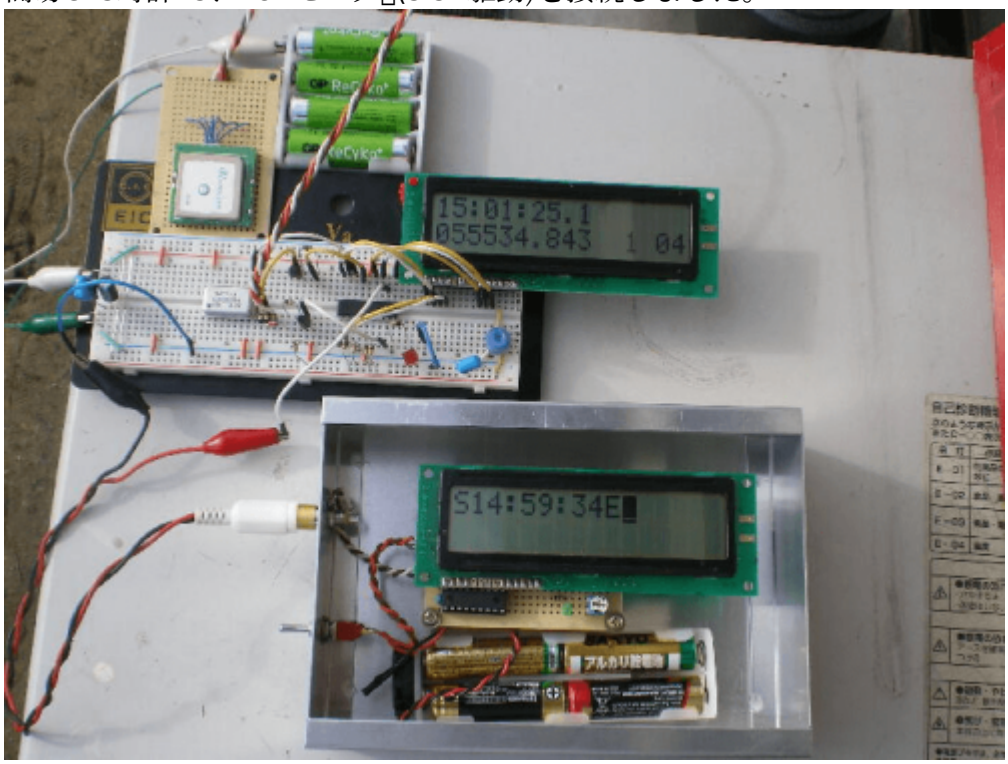


左側:起動直後(時刻同期前)です。(時刻データは、現在時刻とは全く無関係です)右側:SW1を押下すると、時刻同期が行われ、正常な現在時刻を表示します。

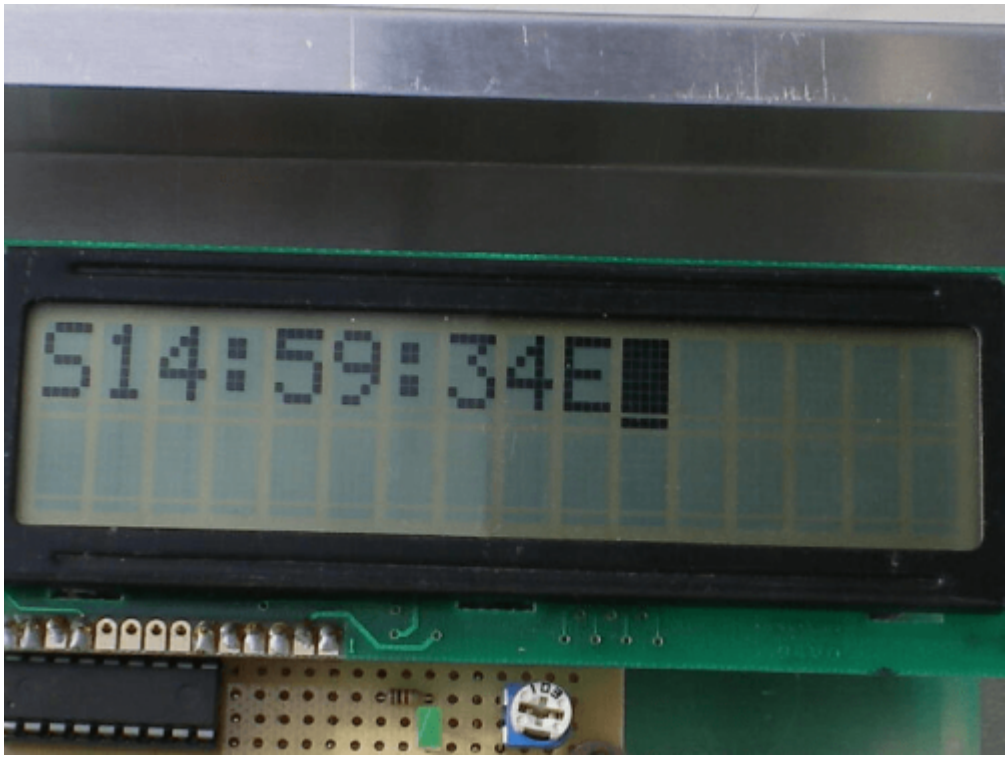
上の行=JST(Japan Standard Time□日本標準時)です。
下の行の左=UTC(Coordinated Universal Time□協定世界時)です。
下の行の右=GPSのクオリティ(1)と受信衛星数(03)です。



簡易GPS時計V3にLCDモニタ(3.3V駆動)を接続しました。



SW4を押下するとLCDモニターに、送信されてきた時刻データが表示されます。



如何ですか? 使用するクリスタルオシレータの精度によっては、毎時零分の時刻同期ではなく、一日1回の時刻同期でも十分 実用になると思います。

<参考> 消費電流は、

- 通常時(GPS受信モジュールOFF)□約10mA
- 校正時(GPS受信モジュールON)□約200mA

でした。