簡易温度&照度ミニロガ□(SDC)(PIC18F14K50)

概要

今迄、温度、湿度、照度、紫外線などを、単一データとして測定し、記録する装置を複数手掛けてきました。 しかし、研究分野によっては、複数のデータを同時に測定し、その因果関係を明らかにし、解を得ていく方法が多々実施されているようです。

そこで今回は、温度と照度を同時に測定し、記録する装置を製作しました。

<簡易温度&照度ミニロガ□(SDC)の仕様>

- 温度測定範囲→-55℃~+125℃(分解能=0.0625℃)
- 照度測定範囲□0.01Lux~10kLux
- 記録媒体□SDC(FAT16)最大2Gバイト
- サンプリング周期→1秒
- 記録時間→約800日(2GB÷27バイト÷3600秒÷24時間)
- 記録内容→測定経過時間、温度℃(小数点第1位迄)、照度Lux(小数点第2位迄)
- 記録ファイル名→log_0001.txt~log_9999.txt※起動時にlog_0001.txtにリセットされる。
- 電源電圧□3V(ボタン電池CR2032等)

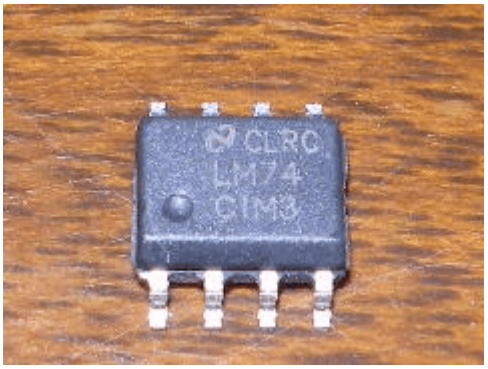
動作原理

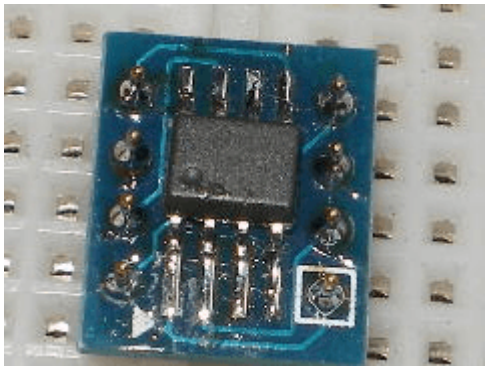
PICに接続した、温度センサーと照度センサーより、1秒周期にデータを測定し、SDCに記録します。 小型化を図るために、全体を3V駆動としています。(電圧レベルの変換が不要なため) 温度センサーと照度センサーには、内部でアナログ処理を行い、外部へはデジタル出力のものを使用し、回路の簡素化と同時に高精度化を図っています。

動作原理(ハードウェア)

◎温度センサー 使用した温度センサーは、ナショナル セミコンダクター社製の「LM74□です。 詳細については、以前に製作した簡易温度計(LM74)を参照してください□ PICとは□SPI(Serial Peripheral Interface)方式で接続します。 動作電圧は、2.65V~5.5Vです。

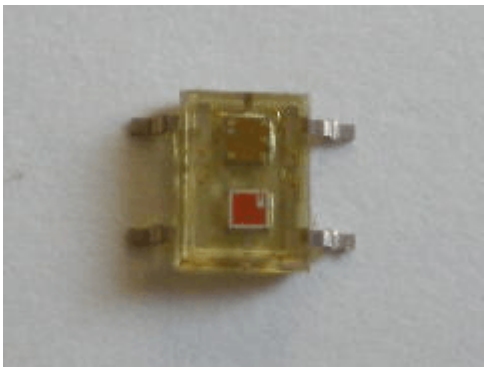
<温度センサ□□LM74□の概観と変換基板への実装例>

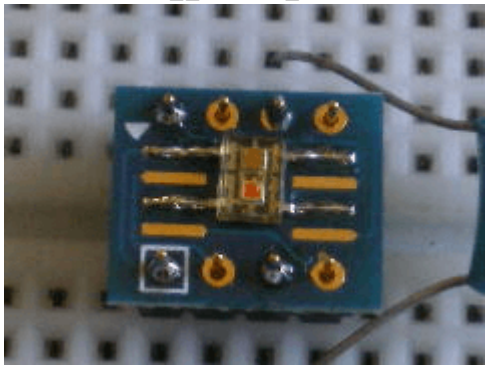




※マルツパーツ館で1個283円で販売しています。(2011.1.2時点)

◎照度センサー 使用した温度センサーは、浜松フォトニクス社製の「S9705です。 詳細については、以前に製作した簡易照度計V2(S9705)を参照してください S9705は、照度に応じたパルス(100Lux=50kHz)を出力するのでPICではTIMERﾓｼﾞｭｰﾙ を使用して周波数をカウントします。 動作電圧は、2.7V~5.5Vです。

<照度センサS9705の概観と変換基板への実装例>




※赤く見える部分がセンサー部です。

※秋月電子通商で2個400円で販売しています。(2011.1.2時点)

◎SDC(SD Memory Card) FAT16対応のSDCを使用します。 動作電圧は、2.7V~3.6Vです。

動作原理(ソフトウェア)

◎記録と停止

- 記録:停止中に、スイッチ(SW_START_STOP)を押下すると記録を開始します(LED点灯)
- 停止:記録中に、スイッチ(SW_START_STOP)を押下すると記録を停止します(LED消灯)

※記録を繰り返す毎に、ファイル名(log_0001.txt~log_9999.txt)を切り替えていきます。 ※起動時に、

ファイル名の開始が、log_0001.txtにリセットされます。

◎温度の測定

- 簡易温度計(LM74)を参照してください。

◎照度の測定

- S9705のパルスをカウントします。
  - ゲートタイムは、CCPモジュール+TIMER1モジュールで、0.1秒の周期割り込みを発生させます。
  - パルスのカウントは、TIMER0モジュールを16ビットモードで使用しカウントします。
- S9705が出力するパルスは、100Lux=50kHzなので、カウントした周波数を500で割れば照度を求めることができます。
- 小数点第2位まで表示するため、実際には500ではなく5で割ります。

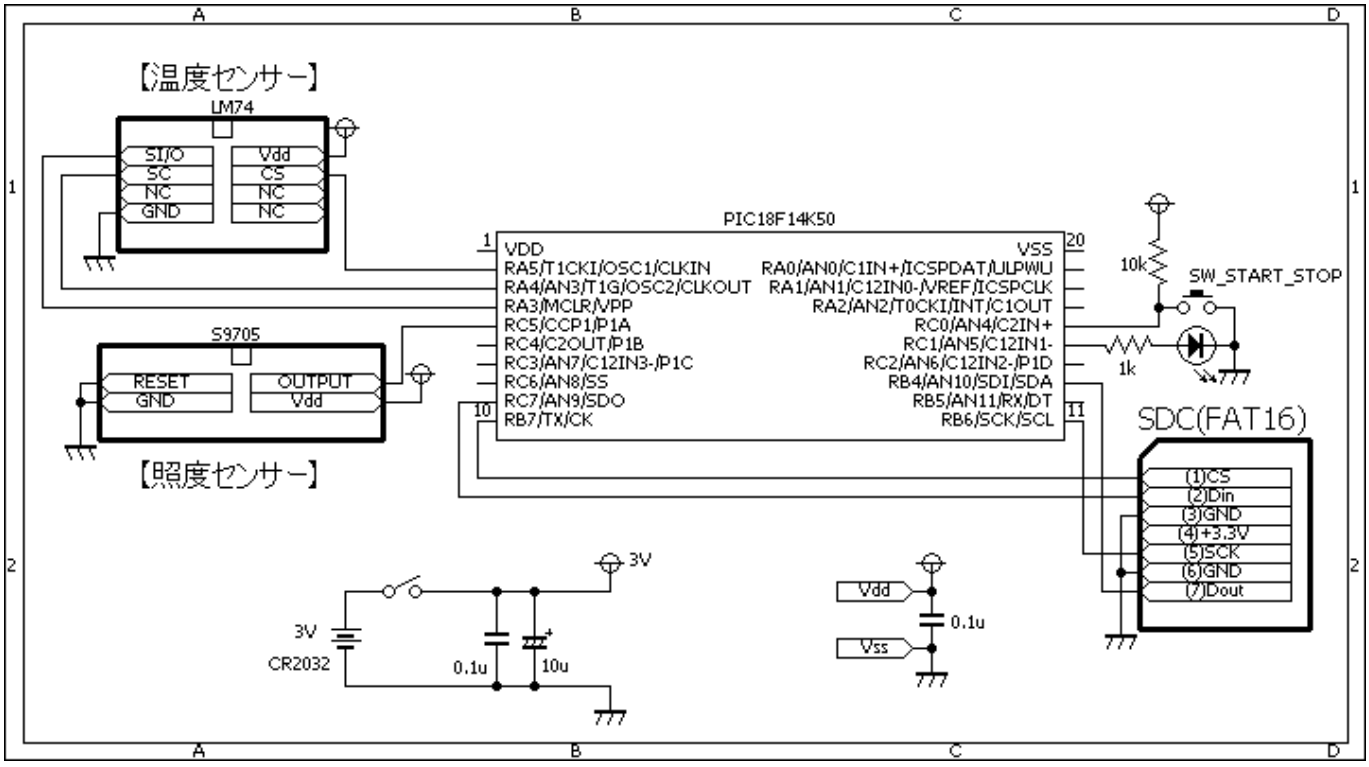
◎測定経過時間

- 0.1秒の周期割り込みで、クロック変数をカウントアップします。

◎サンプリング周期(記録周期)

- クロック変数を10で割った余りが“0“であれば、1秒経過とみなし、測定と記録を行います。

回路図



ソースコード

temperature_illuminance_logger_v1.c

```
//*********************************************************************
*
/*
    『温度&照度ロガ□□□□
  ★温度センサ□→LM74□ナショセミ）
  ★照度センサ□→S9705□浜松ホトニクス）
*/
//*********************************************************************
*

//■マクロの定義
#define BYTE                unsigned  short
#define WORD                unsigned  int
#define DWORD               unsigned  long
sbit    SW                  at  RC0_bit;
sbit    SW_Direction        at  TRISC0_bit;
sbit    LED                 at  RC1_bit;
sbit    LED_Direction       at  TRISC1_bit;
//LM74
sbit LM74_CS at RA5_bit;
sbit LM74_SO at RA3_bit;
sbit LM74_SC at RA4_bit;
sbit LM74_CS_Direction at TRISA5_bit;
//sbit LM74_SO_Direction at TRISA3_bit;
sbit LM74_SC_Direction at TRISA4_bit;
#define CR                  0x0D
#define LF                  0x0A
//*********************************************************************
*
//■関数および変数の宣言
extern  void    main();
extern  void    init_sdc();
extern  void    init_timer();
extern  int     temperature_measurement();
extern  int     temperature_convert(int temperature);
extern  void    temperature_convert_2(int temperature, char *msg);
extern  DWORD   illuminance_measurement();
extern  DWORD   illuminance_convert(DWORD illuminance);
extern  void    illuminance_convert_2(DWORD illuminance, char *msg);
extern  void    run();
extern  short   trigger();
extern  void    interrupt();
extern  DWORD   clock;
extern  short   start_flg;
//*********************************************************************
*
char    buf[40];
WORD    write_cnt = 0;
char*   file_name = "log_????.txt";
//*********************************************************************
*
```

```
//■メイン関数です。
void    main()
{
        OSCCON.IRCF2 = 1;
        OSCCON.IRCF1 = 1;
        OSCCON.IRCF0 = 1;
        ANSELH.ANS11 = 0;
        ANSELH.ANS10 = 0;
        ANSELH.ANS9 = 0;
        ANSELH.ANS8 = 0;
        ANSEL.ANS7 = 0;
        ANSEL.ANS6 = 0;
        ANSEL.ANS5 = 0;
        ANSEL.ANS4 = 0;
        ANSEL.ANS3 = 0;
        TRISA  = 0b11111111;
        TRISB  = 0b11111111;
        TRISC  = 0b11111111;
        //
        LED_Direction = 0;
        LED = 0;
        SW_Direction = 1;
        //
        LM74_CS_Direction = 0;
//        LM74_SO_Direction = 1;
        LM74_SC_Direction = 0;
        LM74_SC = 0;
        LM74_CS = 1;
        //
        init_sdc();
        init_timer();
        //
        while (1) {
                if (SW == 1) {
                        continue;
                }
                while (SW == 0) {
                        Delay_ms(100);
                }
                //
                clock = 0;
                start_flg = 1;
                LED = 1;
                //
                write_cnt++;
                WordToStr(write_cnt, buf);
                file_name[4] = (buf[1] == ' ') ? '0' : buf[1];
                file_name[5] = (buf[2] == ' ') ? '0' : buf[2];
                file_name[6] = (buf[3] == ' ') ? '0' : buf[3];
                file_name[7] = (buf[4] == ' ') ? '0' : buf[4];
                Mmc_Fat_Assign(file_name, 0xA0);
```

```
                Mmc_Fat_Delete();
                Mmc_Fat_Set_File_Date(2010, 12, 25, 12, 34, 56);
                Mmc_Fat_Assign(file_name, 0xA0);
                Mmc_Fat_Rewrite();
                //
                run();
                //
                LED = 0;
                start_flg = 0;
        }
}
//*********************************************************************
*
//■測定タイミングをチェックする関数です。
short   trigger()
{
        while ((clock % 10) != 0) {
                Delay_ms(1);
                if (SW == 0) {
                        while (SW == 0) {
                                Delay_ms(100);
                        }
                        return (-1);
                }
        }
        return (0);
}
//*********************************************************************
*
void    ByteToStr2(unsigned short number, char *output)
{
        ByteToStr(number, output);
        output[0] = (output[1] == ' ') ? '0' : output[1];
        output[1] = output[2];
        output[2] = 0x00;
}
//*********************************************************************
*
//■測定＆記録を行う関数です。
void    run()
{
        DWORD   tmp;
        BYTE    hh, mm, ss;
        int     temperature;
        DWORD   illuminance;
        //
        while (1) {
                if (trigger() == -1) {
                        return;
                }
                //
```

```
                tmp = clock;
                tmp /= 10;
                hh = tmp / 3600;
                mm = (tmp % 3600) / 60;
                ss = (tmp % 3600) % 60;
                ByteToStr2(hh, buf);
                buf[2] = ':';
                ByteToStr2(mm, &buf[3]);
                buf[5] = ':';
                ByteToStr2(ss, &buf[6]);
                //
                temperature = temperature_measurement();
                temperature = temperature_convert(temperature);
                temperature_convert_2(temperature, &buf[8]);
                //
                illuminance = illuminance_measurement();
                illuminance = illuminance_convert(illuminance);
                illuminance_convert_2(illuminance, &buf[14]);
                //
                buf[25] = CR;
                buf[26] = LF;
                Mmc_Fat_Write(buf, 27);
                //
                Delay_ms(100);
        }
}
//*********************************************************************
*
//■温度測定関数
int     temperature_measurement()
{
        DWORD   temperature;
        short   cnt;
        //
        temperature = 0;
        LM74_CS = 0;
        for (cnt = 0; cnt < 16; cnt++) {
                LM74_SC = 1;
                if (LM74_SO == 1) {
                        temperature |= 1;
                        temperature <<= 1;
                } else {
                        temperature |= 0;
                        temperature <<= 1;
                }
                LM74_SC = 0;
        }
        LM74_CS = 1;
        temperature >>= 1;
        return (temperature);
}
```

```
//*****************************************************************************
*
//■温度換算関数(1)
int     temperature_convert(int temperature)
{
        double  d;
        int     tmp;
        //
        if ((temperature & 0b1000000000000000) == 0) {
                d = temperature >> 3;
                d = d * 0.0625 * 10;
        } else {
                d = (temperature >> 3) & 0x0FFF;
                d = (d - 4096) * 0.0625 * 10;
        }
        tmp = d;
        return (tmp);
}
//*****************************************************************************
*
//■温度換算関数(2)
void    temperature_convert_2(int temperature, char *msg)
{
        if (temperature >= 0) {
                IntToStr(temperature, msg);
                msg[0] = ' ';
                msg[1] = ' ';
                msg[2] = msg[3];
                msg[3] = msg[4];
                msg[4] = '.';
        } else {
                IntToStr(temperature, msg);
                msg[0] = ' ';
                msg[1] = '-';
                msg[2] = (msg[3] == '-') ? ' ' : msg[3];
                msg[3] = (msg[4] == '-') ? ' ' : msg[4];
                msg[4] = '.';
        }
}
//*****************************************************************************
*
//■照度測定関数
short   freq_flg = 0;
//
DWORD   illuminance_measurement()
{
        DWORD   freq = 0;
        BYTE    tmp_TMR0H, tmp_TMR0L;
        //
        T0CON.T0CS = 1;
        T0CON.PSA = 1;
```

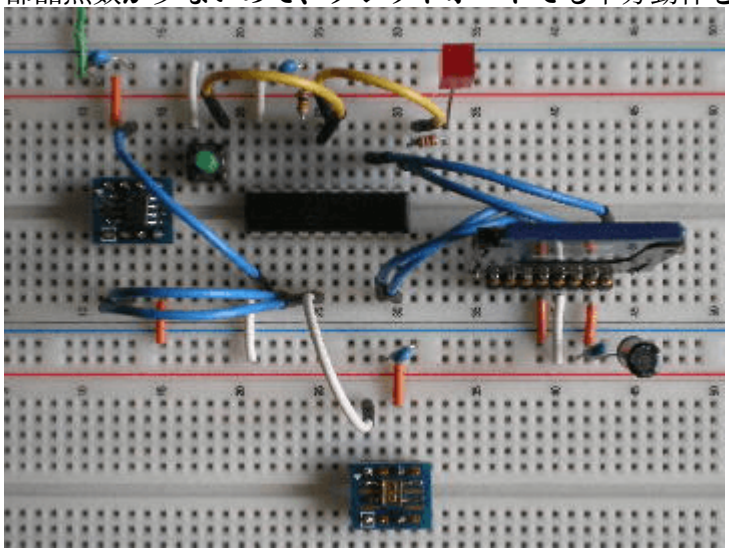
```
        T0CON.TMR0ON = 0;
        T0CON.T08BIT = 0;
        INTCON.TMR0IF = 0;
        TMR0H = 0;
        TMR0L = 0;
        freq = 0;
        freq_flg = 1;
        while (freq_flg != 0) {
                if (INTCON.TMR0IF == 1) {
                        INTCON.TMR0IF = 0;
                        freq++;
                }
        }
        if (INTCON.TMR0IF == 1) {
                INTCON.TMR0IF = 0;
                freq++;
        }
        tmp_TMR0L = TMR0L;
        tmp_TMR0H = TMR0H;
        freq = (freq * 65536) + (((DWORD)tmp_TMR0H) * 256) +
(DWORD)tmp_TMR0L;
        return (freq * 10);
}
//*********************************************************************
*
//■照度換算関数(1)
DWORD   illuminance_convert(DWORD illuminance)
{
        return (illuminance / 5);
}
//*********************************************************************
*
//■照度換算関数(2)
void    illuminance_convert_2(DWORD illuminance, char *msg)
{
        LongToStr(illuminance, msg);
        msg[0] = msg[1];
        msg[1] = msg[2];
        msg[2] = msg[3];
        msg[3] = msg[4];
        msg[4] = msg[5];
        msg[5] = msg[6];
        msg[6] = msg[7];
        msg[7] = msg[8];
        msg[8] = '.';
}
//*********************************************************************
*
//■□□□を初期化する関数です。
sfr  sbit  Mmc_Chip_Select            at  RB7_bit;
sfr  sbit  Mmc_Chip_Select_Direction  at  TRISB7_bit;
```

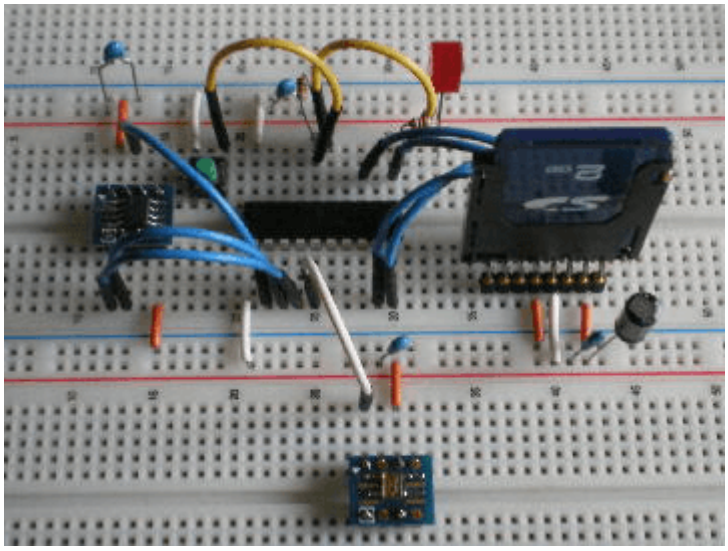
```
//
void    init_sdc()
{
        short   cnt;
        //
        SPI1_Init_Advanced(_SPI_MASTER_OSC_DIV64,
_SPI_DATA_SAMPLE_MIDDLE, _SPI_CLK_IDLE_LOW, _SPI_LOW_2_HIGH);
        if (Mmc_Fat_Init()) {
                while (1) {
                        LED = 1;
                        Delay_ms(100);
                        LED = 0;
                        Delay_ms(100);
                }
        }
        SPI1_Init_Advanced(_SPI_MASTER_OSC_DIV4,
_SPI_DATA_SAMPLE_MIDDLE, _SPI_CLK_IDLE_LOW, _SPI_LOW_2_HIGH);
        for (cnt = 0; cnt < 3; cnt++) {
                LED = 1;
                Delay_ms(500);
                LED = 0;
                Delay_ms(500);
        }
}
//*****************************************************************************
*
//■100msecの周期割り込みを発生させる関数です。
void    init_timer()
{
        // CCPの設定
        PIE1.CCP1IE = 1;
        PIR1.CCP1IF = 0;
        CCP1CON.CCP1M3 = 1;
        CCP1CON.CCP1M2 = 0;
        CCP1CON.CCP1M1 = 1;
        CCP1CON.CCP1M0 = 1;
        CCPR1L = 0x50;          // 100msec...クロックが16Mhzの時
        CCPR1H = 0xC3;          //
100msec...(1÷16000000)*4*8*50000(0xC350)
        // TIMER1の設定
        PIE1.TMR1IE = 0;
        PIR1.TMR1IF = 0;
        TMR1L = 0;
        TMR1H = 0;
        T1CON.TMR1CS = 0;
        T1CON.T1CKPS0 = 1;
        T1CON.T1CKPS1 = 1;
        T1CON.TMR1ON = 1;
        //
        INTCON.PEIE = 1;
        INTCON.GIE = 1;
```

```
}
//*****************************************************************************
*
//■割り込み関数です。
DWORD   clock = 0;
short   start_flg = 0;
//
void    interrupt()
{
        if (PIR1.CCP1IF == 1) {
                PIR1.CCP1IF = 0;
                //
                if (start_flg == 1) {
                        clock++;
                }
                if (freq_flg == 2) {
                        freq_flg = 0;
                        T0CON.TMR0ON = 0;
                }
                if (freq_flg == 1) {
                        freq_flg = 2;
                        T0CON.TMR0ON = 1;
                }
        }
}
//*****************************************************************************
*
```

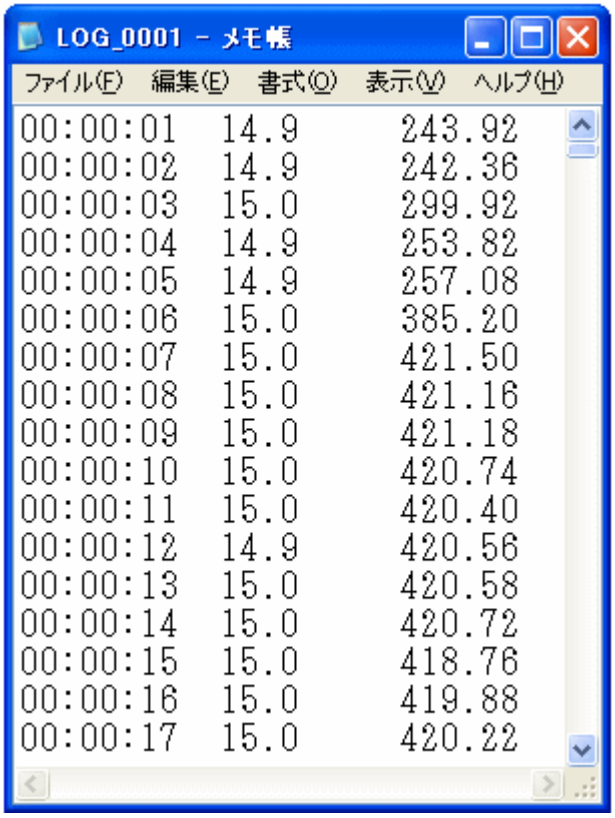
動作確認

部品点数が少ないので、ブレッドボードでも十分動作を確認することが出来ます。





記録したログファイルの内容です。 各行に記録された内容は、左側から、測定経過時間、温度、照度で



す。


Microsoft Excel - 温度&照度ログ2

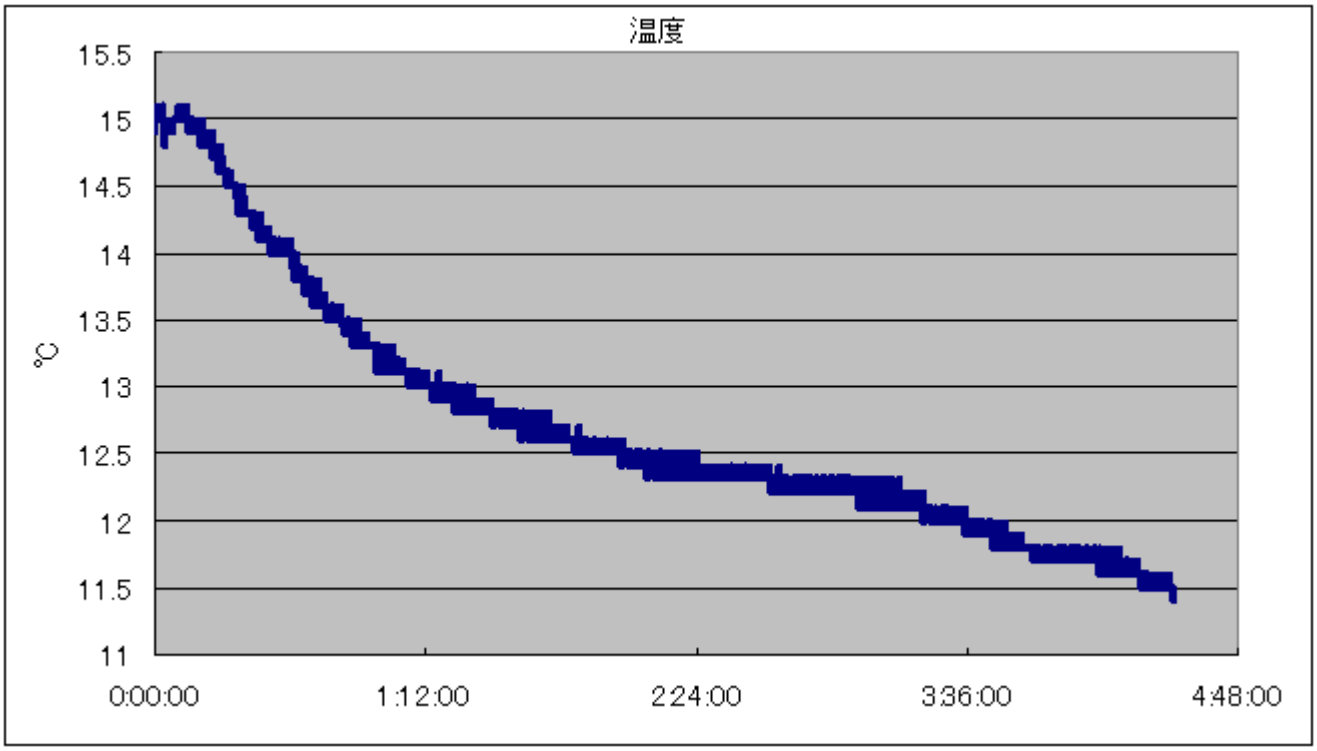
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式

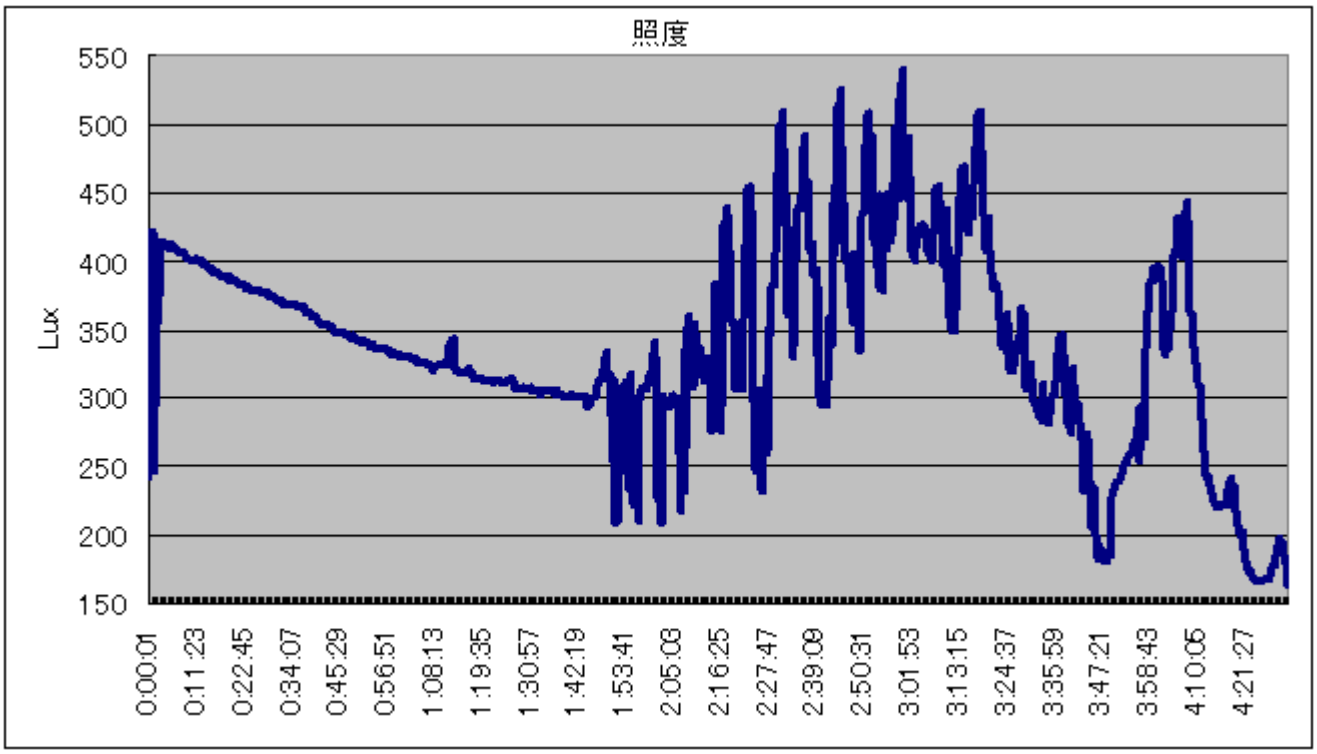
O17

	A	B	C
1	経過時間	温度(℃)	照度(Lux)
2	0:00:01	14.9	243.92
3	0:00:02	14.9	242.36
4	0:00:03	15	299.92
5	0:00:04	14.9	253.82
6	0:00:05	14.9	257.08
7	0:00:06	15	385.2
8	0:00:07	15	421.5
9	0:00:08	15	421.16
10	0:00:09	15	421.18
11	0:00:10	15	420.74
12	0:00:11	15	420.4
13	0:00:12	14.9	420.56
14	0:00:13	15	420.58
15	0:00:14	15	420.72
16	0:00:15	15	418.76

それをExcelで取り込みグラフ表示させて見ました。

2階の作業部屋に設置して、約4.5時間記録してみました。 温度は、暖房を止めたので徐々に下がっていきます。 照度は、少しずつ低下しますが、雲の流れの影響で明暗が変化します。 ※これを利用すると雲の流れを分析することにも応用できそうです。





如何ですか? このように簡単な回路ですが、本格的な測定にも十分応用が出来そうですね!