

電気工作クラブ

デジタル 最終回

第4回 超音波距離計の製作と調整



IC Atmega328

両面テープ

両面テープ

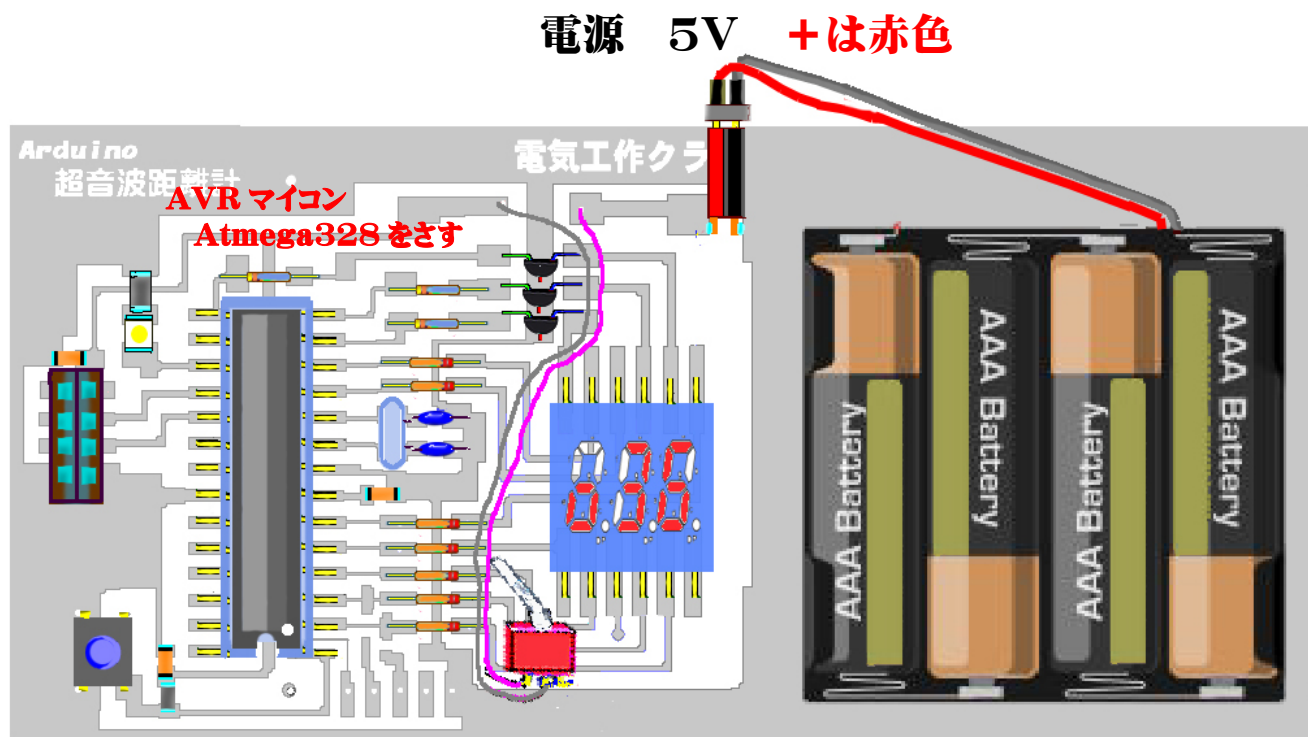
① スモークパネルにシールをはる。

② IC Atmega328 をソケットにさす。
※1番ピンは右下

③ スモークパネルをスペーサーにのせ、ナイロンネジでとめる。

④ 基板をスチロール板にのせる。
※両面シールで固定

⑤ 乾電池をつなぐ
プラスは赤色



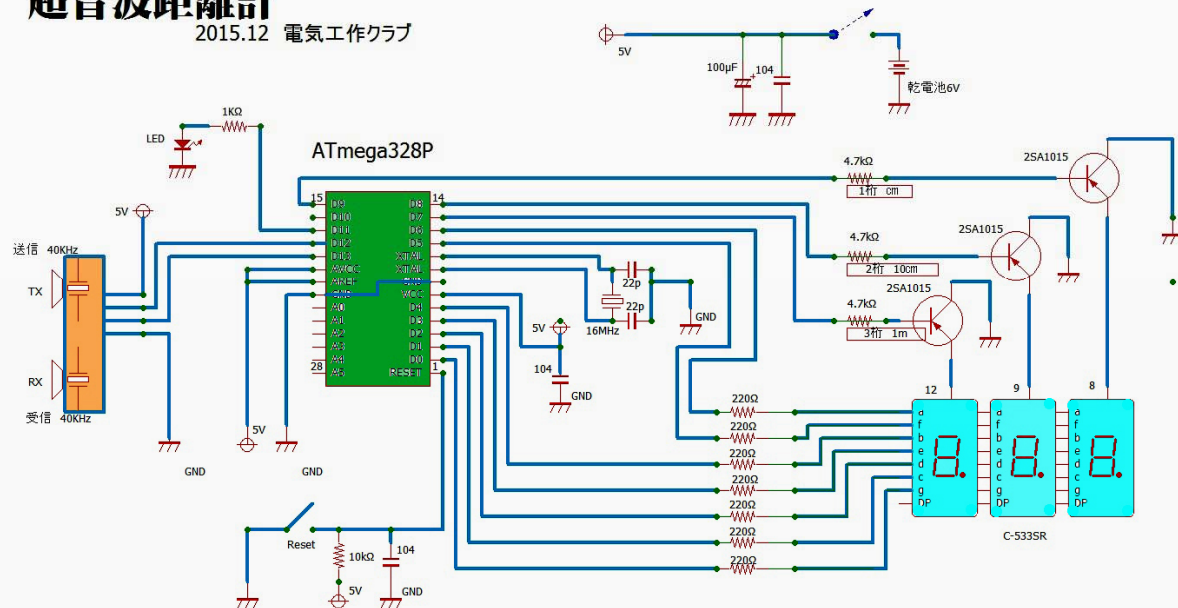
超音波センサーをソケットにさして完成



ちょうおんばきよりけい かいろず 超音波距離計の回路図

AVR ATmega328 超音波距離計

2015.12 電気工作クラブ



超音波距離計の回路と基板をみくらべてみてください。

実際の部品配置と回路図は 同じ位置になるようにかいてあります。

7セグメント液晶表示器は三けたの数字で単位はセンチメートル(cm)です。

単4乾電池4本 新しい電池は直列つなぎで はじめ**6V**の電圧があります。

ATmega328 は **5.5V**以下で使うようになっています。

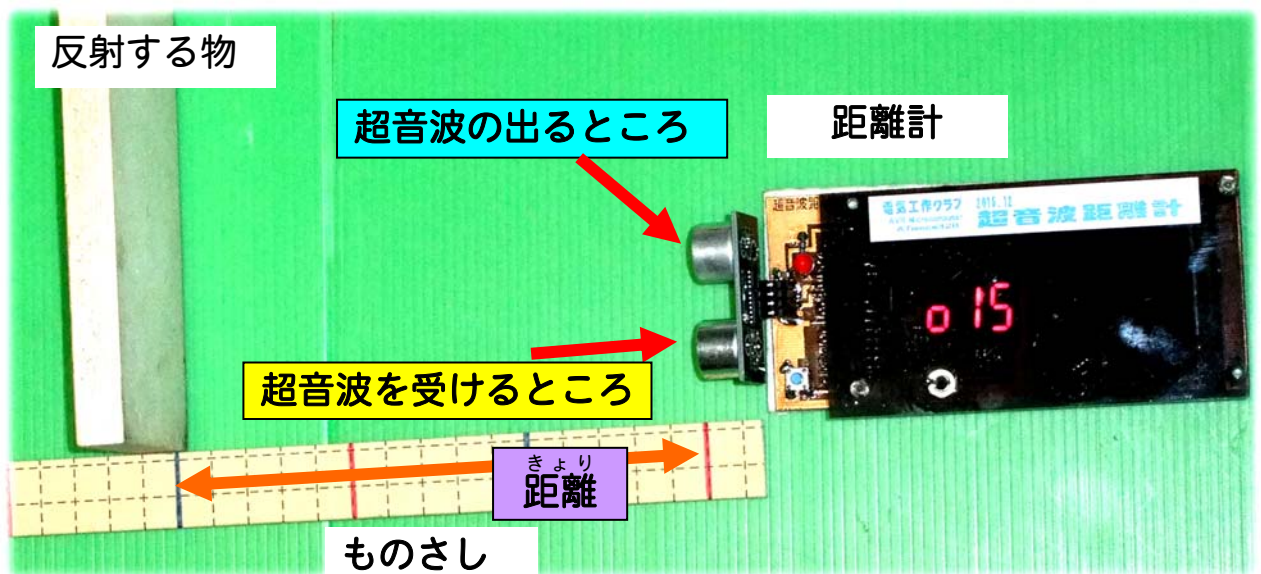
(6V ではちょっと高めですがしばらく使っていると電圧は下がってきます。)

電圧が**4V**くらいに下がってくると、発射される超音波が弱くなり、遠くまで届かなくなってしまいます。

また、サーボモーターの動きも不安定になります。

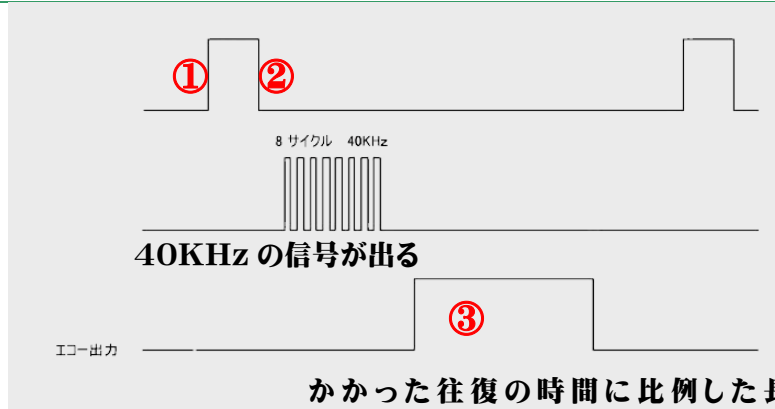
※ATmega328 は3Vでも働きます。(2.7V~5.5V が規格)

距離を測ってみよう



距離を測るしくみ

<code>digitalWrite(trig_pin, LOW);</code>
<code>delayMicroseconds(1);</code>
① <code>digitalWrite(trig_pin, HIGH);</code> // 超音波センサー trig_pin
<code>delayMicroseconds(1);</code>
② <code>digitalWrite(trig_pin, LOW);</code>
③ <code>Duration = pulseIn(echo_pin, HIGH);</code> // 超音波センサー echo_pin からデータを得る
<code>if (Duration > 0)</code>
<code>Distance = Duration / 2;</code> // 往復の時間だから 2 で割る
<code>if (Distance > 1000)</code> // この時点 Distance > 1000 は 34cm の意味
<code>digitalWrite(pinLED, HIGH);</code> // LED が光る
<code>if (Distance < 1000)</code>
<code>digitalWrite(pinLED, LOW);</code>
④ <code>return Distance * 340 * 100 / 100000;</code> // 音の速さ秒速約 340m から距離 Distance を計算する // (単位cm) を計算する 実際には気温なども影響する



戻りのパルス時間 ③ (μ 秒単位 **Duration**) から距離 **Distance** を計算します。

- まず音は 1 秒間で空気中をおよそ 340m 位伝わります。
この速度は温度など周りの環境で随分と変わってしまいます。
例えば春先のやや肌寒い 15 度くらいだと 340mですが、
夏の暑い 30 度だと 349mと 9m も変わってしまいます。
より正確に距離を計るには温度センサーを使いますが、ここでは **340m** で計算します。

40KHz の超音波が出て反射して戻って来るまでの時間を **T** 秒とすると、
1000000 μ 秒 = 1 秒で 340m 伝わるのですから、

T 秒だと、 $340m \times T / 1000000$

その半分で反射した物までの距離が計算できます。

もし距離を cm 単位にするなら $340 \times t / 1000000 \times 100 / 2 = 340 \times T \div 10000 \div 2$
となります。

このことから

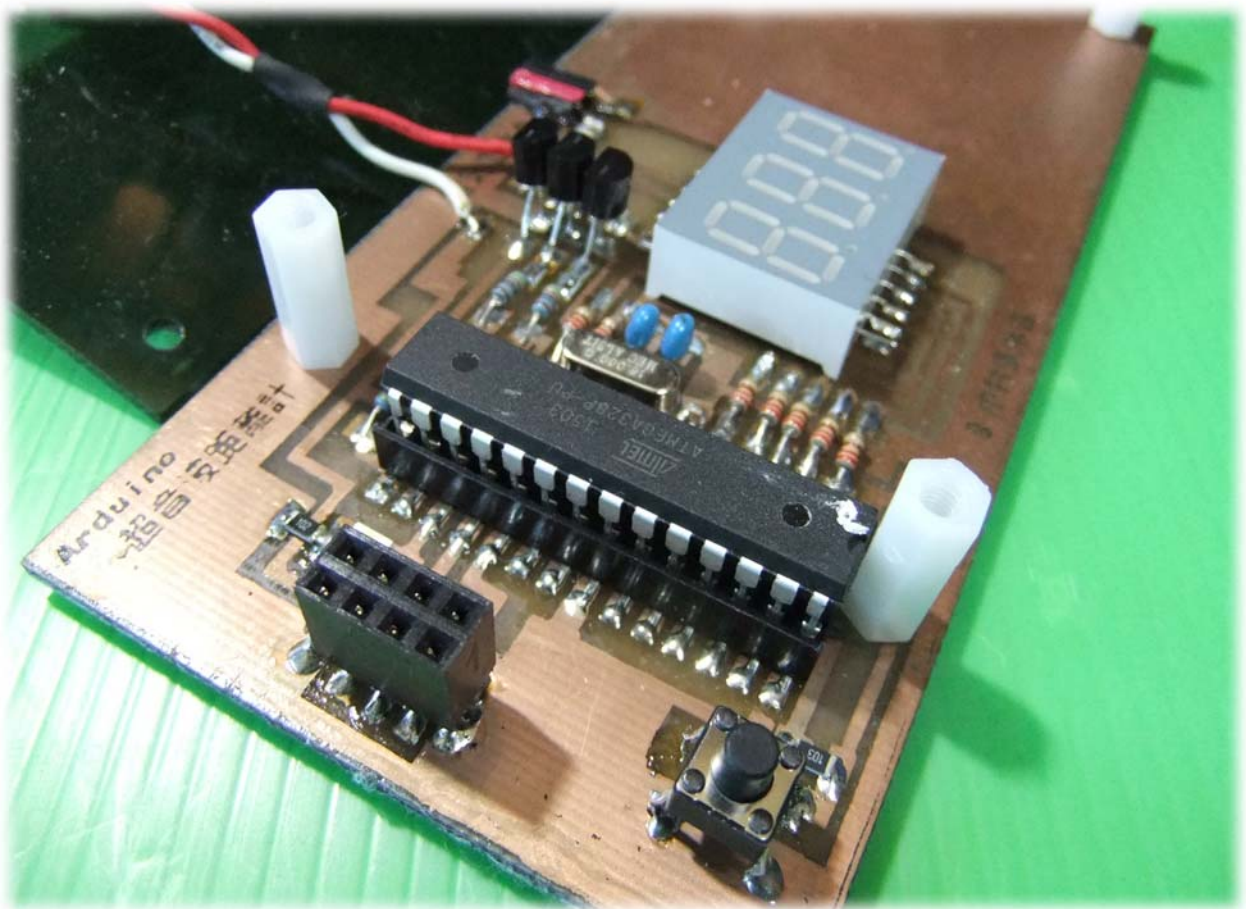
Arduino へ送るスケッチは前ページのようになります。

スケッチでは次のページ **63 行から 78 行**になります。

音の速度 c は、以下の式で求まります。

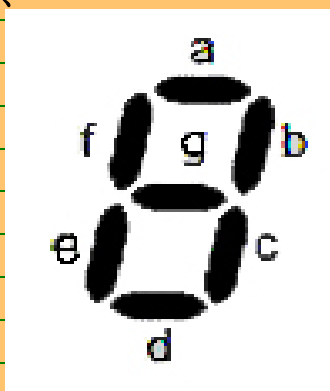
$c = 3435 + 0.6 \times \text{温度}$

以前超音波センサーのスケッチで使った **29.1** という値は、音の伝搬を距離当たりで計算した値 (μ 秒/cm) です。



超音波距離計のスケッチ

1	<code>const int anode_pins[] = {6, 4, 1, 2, 3, 5, 0};</code> //7segLED の数字表示 各ピン
2	<code>const int cathode_pin0 = 10;</code> // 7segLED のカソード0に接続する Arduino のピン
3	<code>const int cathode_pin1 = 9;</code> // カソード1に接続する Arduino のピン
4	<code>const int cathode_pin2 = 8;</code> // カソード2に接続する Arduino のピン
5	<code>const int cathode_pin3 = 7;</code> // カソード3に接続する Arduino のピン
6	<code>const int number_of_anode_pins = sizeof(anode_pins) / sizeof(anode_pins[0]);</code>
7	<code>const int trig_pin = 12;</code> // trig に接続する Arduino のピン
8	<code>const int echo_pin = 13;</code> // echo に接続する Arduino のピン
9	<code>const int pinLED= 11;</code> //pin13 LED に接続する Arduino のピン
10	<code>const int digits[] = {</code>
11	<code>// 0b00111111, // 7segLED 大きい0を表示 使っていない。</code>
12	<code>0b01011100, // 7segLED に小さい0を表示</code>
13	<code>0b00000110, // 1を表示</code>
14	<code>0b01011011, // 2を表示</code>
15	<code>0b01001111, // 3を表示</code>
16	<code>0b01100110, // 4を表示</code>
17	<code>0b01101101, // 5を表示</code>
18	<code>0b01111101, // 6を表示</code>
19	<code>0b00100111, // 7を表示</code>
20	<code>0b01111111, // 8を表示</code>
21	<code>0b01101111, // 9を表示</code>
22	<code>};</code>
23	<code>// 各桁の数(n 距離)を表示する</code>
24	<code>void number (int num) {</code>
25	<code>display_number(cathode_pin0, num % 10);</code> // LED 一桁目 0.1 の位 mm この桁は結線してない
26	<code>display_number(cathode_pin1, num / 10 % 10);</code> // LED 二桁目 1 の位 cm % 10 とは 10 で割った余りのこと
27	<code>display_number(cathode_pin2, num / 100 % 10);</code> // LED 三桁目 10 の位
28	<code>display_number(cathode_pin3, num / 1000);</code> // LED 四桁目 100 の位 m
29	<code>}</code>
30	<code>void display_number (int d, int n) {</code>
31	<code>digitalWrite(d, LOW);</code>
32	<code>for (int i = 0; i < number_of_anode_pins; i++) {</code>
33	<code>digitalWrite(anode_pins[i], digits[n] & (1 << i) ? HIGH : LOW);</code>
34	<code>}</code>
35	<code>delay(3);</code>
36	<code>for (int i = 0; i < number_of_anode_pins; i++) {</code>
37	<code>digitalWrite(anode_pins[i], LOW);</code>
38	<code>}</code>
39	<code>digitalWrite(d, HIGH);</code>
40	<code>}</code>



```

41 void setup() {
42   for (int i = 0; i < number_of_anode_pins; i++) {
43     pinMode(anode_pins[i], OUTPUT); // anode_pins を出力モードに設定する
44   }
45   pinMode(cathode_pin0, OUTPUT); // LED 一桁目 0.1 の位を出力モードに設定する
46   pinMode(cathode_pin1, OUTPUT); // LED 二桁目 1 の位を出力モードに設定する
47   pinMode(cathode_pin2, OUTPUT); // LED 三桁目 10 の位を出力モードに設定する
48   pinMode(cathode_pin3, OUTPUT); // LED 四桁目 100 の位を出力モードに設定する
49   pinMode(trig_pin, OUTPUT); // 超音波センサーの trig_pin を出力モードに設定する
50   pinMode(echo_pin, INPUT); // echo_pin を出力モードに設定する
51   pinMode(pinLED, OUTPUT); // LED の pin11 を出力モードに設定する
52 }
53 void loop () {
54   float i = getDistance(); //float 型の数
55   for(int j = 0 ; j < 10 ; j ++ )
56   {
57     number(i);
58   }
59 }
60 float getDistance() {
61   int Duration;
62   float Distance;
63   digitalWrite(trig_pin, LOW);
64   delayMicroseconds(1);
65   digitalWrite(trig_pin, HIGH); // 超音波センサー trig_pin
66   delayMicroseconds(1);
67   digitalWrite(trig_pin, LOW);
68   Duration = pulseIn(echo_pin, HIGH); // 超音波センサーecho_pin からデータを得る
69   if (Duration>0)
70     Distance = Duration/2; // 往復の時間だから 2 で割る
71     if(Distance>1000) //この時点 Distance>1000 は 34cm の意味
72     digitalWrite(pinLED, HIGH); //LED を光らせる
73     if(Distance<1000) //1000 以下だったら
74     digitalWrite(pinLED, LOW); //LED が消える
75     return Distance*340*100/100000; //音の速さ 秒速 約 340m から距離
76     // (単位cm) を計算する 実際には気温なども影響する
77   return 0;
78 }

```

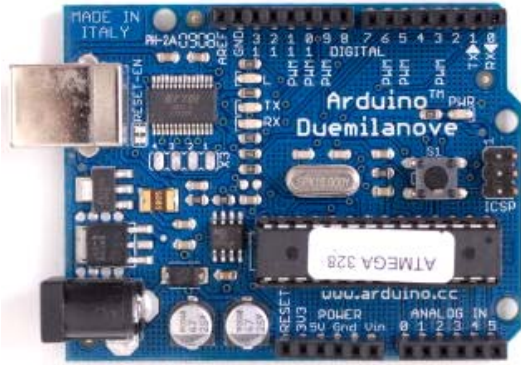
■ 故障したり、わからないこと、困ったときは
 ※ 090-7869-3680
 ※ LINE ID 検索 ja2guj、グループ「ゆめたまご」
 ※ t_sibajp@ybb.ne.jp 柴田
 ■ 来年度も「工作教室」計画しています。
 <わしくは 広報「とよはし」
 「28年度年間行事予定パンフレット」
 をみてください

ArduinoUNO	630～	ブレッドボード	200～
Atmega328	230～	電池 (単4 8本)	
超音波センサー	200～	電池ボックス	
28pinDIP ヲツ	70～	プリント基板	
サーボモーター	250～	小型スイッチ	
スモークパネル	はざいや	16MHz 水晶振動子	
7セグ LED カード c	200～		
ジャンパー線	amazon		
ブラボックス	¥100 ヲツツ		

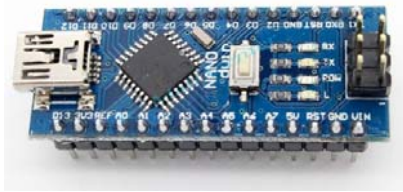
※これらの購入は amazon 秋月電子通商などで検索

【資料①】

アルドウィーノ Arduinoってなに？



ArduinoUNO



ArduinoNANO



Arduino IDE

アルドウィーノ
Arduino、今回の工作教室で初めて名前を聞いたかもしれません、
アルドウィーノ
Arduinoについてあらためて紹介します。

アルドウィーノ
Arduino というのは、簡単に書くと



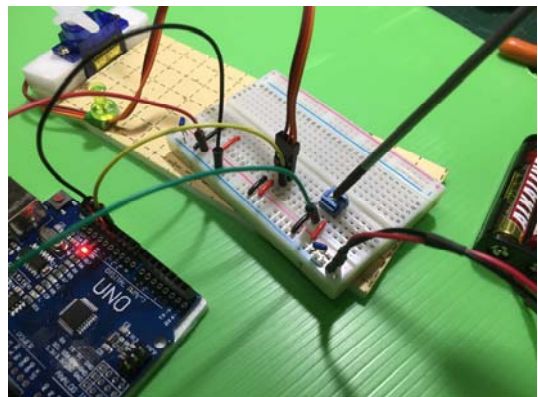
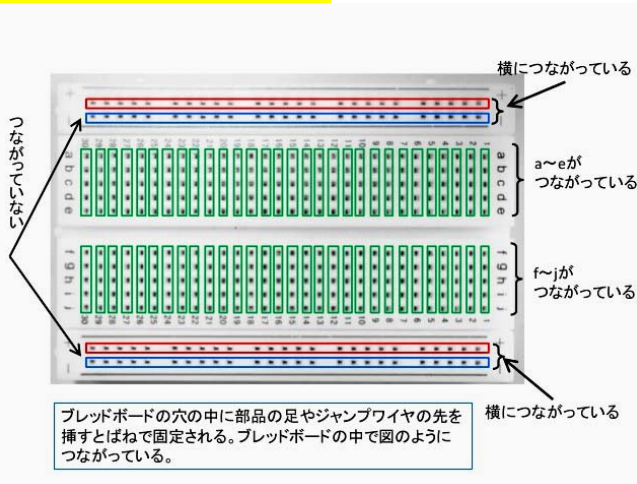
- マイコンボード (アルドウィーノ **Arduino** マイコンボード)
- スケッチをつくる (アルドウィーノ **Arduino** アイディー)

の2つがセットになったものです。

アルドウィーノ
Arduinoには **ATmega328** のような **AVR マイコン**が使われます

マイコン？難しそう。と、思われるかもしれませんが、そんなことがないように、うまく工夫されています。

ブレッドボードの秘密

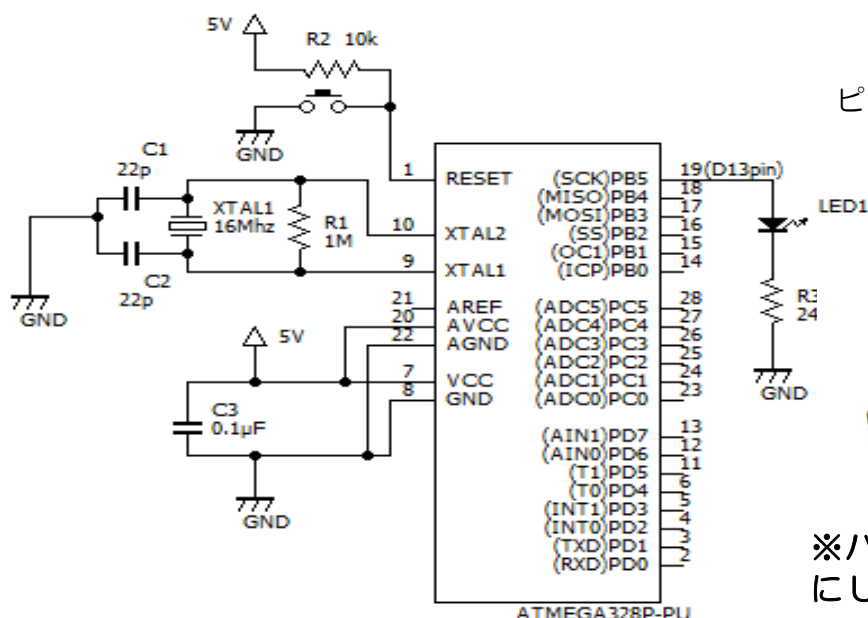


【資料②】超音波距離計から ATmega328P を外してマイコンボードをつくる

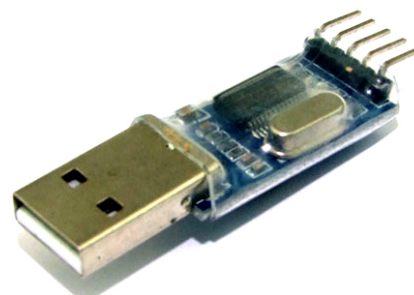
■ 必要なもの

- ATmega328P (230~350 円)
- 28pin の IC ソケット ※ブレッドボードに直接さしても良い
- 16Mhz 水晶発振子 (50 円)
- 22pF 積層セラミックコンデンサ x2 個 (10 円 x2 個)
- 1MΩ 抵抗 (5 円)
- 0.1μF 積層セラミックコンデンサ (10 円)
- 5V 電源 ※乾電池 4 本の電源
- ブレッドボード と ジャンプワイヤ

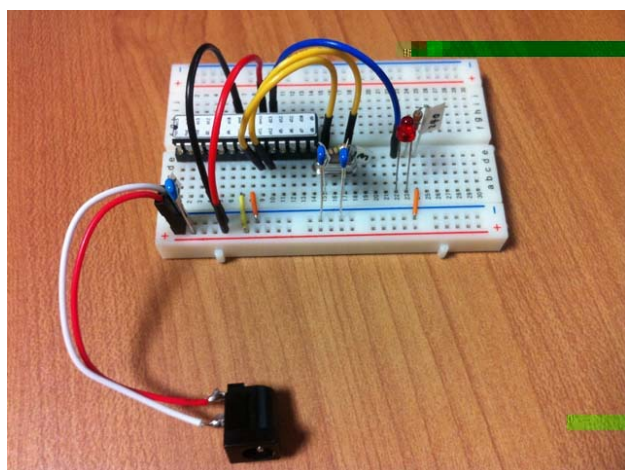
■ 回路図



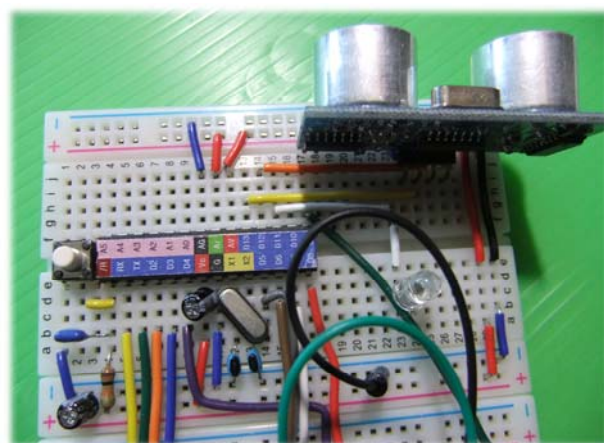
ピンを曲げないように注意



※パソコンとつなぐには 別に USB シリアル変換機が必要



ブレッドボードに作った アルドウィーノ **Arduino** マイン
USB シリアル変換機とブレッドボードで UNO を作る事ができる



超音波距離計の試作回路も アルドウィーノ **Arduino** マイン

※来年度 中級講座を開き、UNO 互換機を作ろうと考えています。

【資料③】 超音波による距離計測

●距離を測るには？

距離を測るときに使う道具は何でしょうか？定規やメジャーを思い付く人が多いでしょう。しかし、物体までの距離を知りたい場合には、メジャーの端を揃えて目盛りを読み取らなくても、超音波を当てて跳ね返ってくるまでの時間を計るという方法で、距離を計測することが可能です。人が入るには危険な場所での計測や、タンク内の液量を連続的に計測 管理する場合などに超音波距離計測は有用です。空中でも液中でも金属の中でも、音が伝わる環境ならば、超音波による距離計測が可能です。

超音波による距離計測の原理

●距離＝速度×時間 音速と伝搬時間から距離が分かる

超音波を対象物（液面、固体等）に向け発信すると、境界面で反射して超音波が戻ってきます。音速が分かれば、超音波が戻って来るまでの時間を計測することで、対象物までの距離を知ることができます。対象物までの距離 L は、音速を C 、発信から受信までの時間を t とすると

$$L=C \times t / 2$$

で求められます（図 3-1-1）。

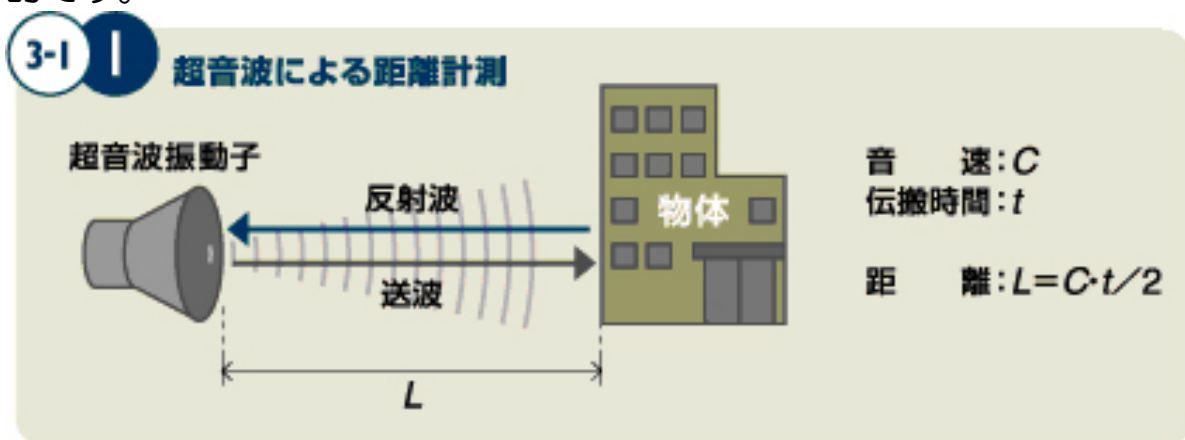
ところで、音（超音波）の速度は、空気中や水中など、音を伝える媒体によって異なります。また、空気中の音速は約 340m/s ですが、厳密には温度、湿度によって変化します。例えば、温度が高いほど音速が速くなる傾向があり、乾燥空気の温度を T [$^{\circ}\text{C}$] とした場合、音速 C [m/s] は次の式で表されます。

$$C=331.5 \times ((273+T) / 273)$$

または実用式として

$$C=331.5+0.6T$$

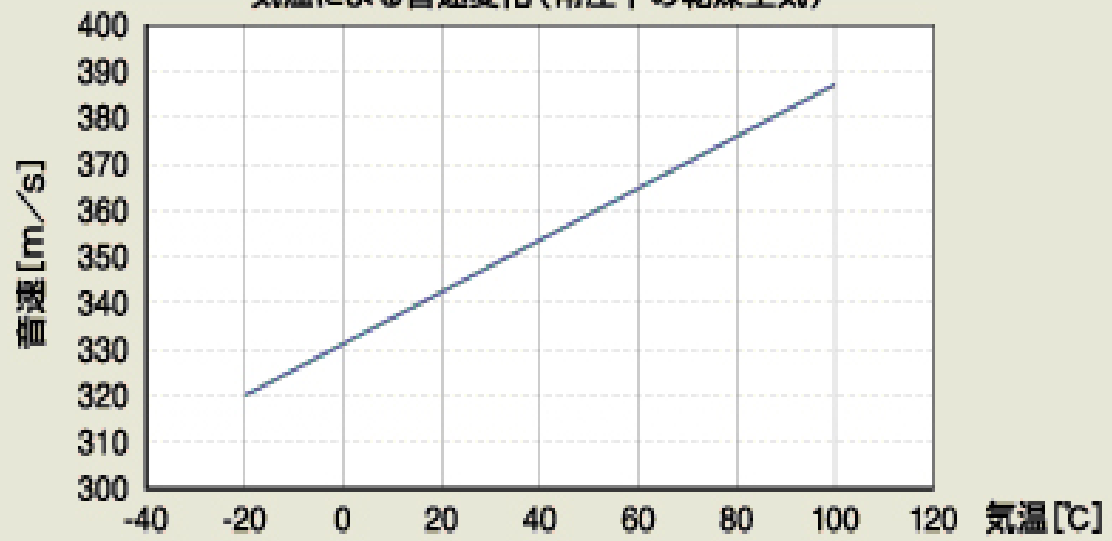
このため、超音波送受信器に温度センサを内蔵して、**温度補正**を行うことが一般的です。



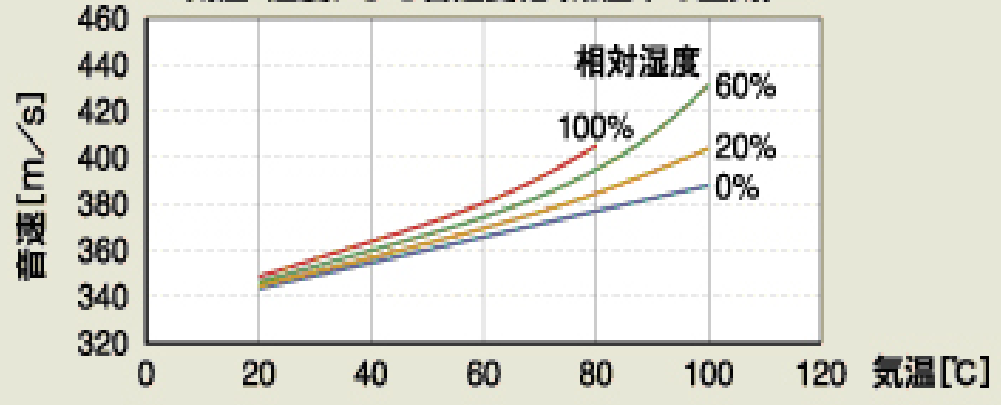
3-1 2

温度・湿度・圧力による空気中の音速変化

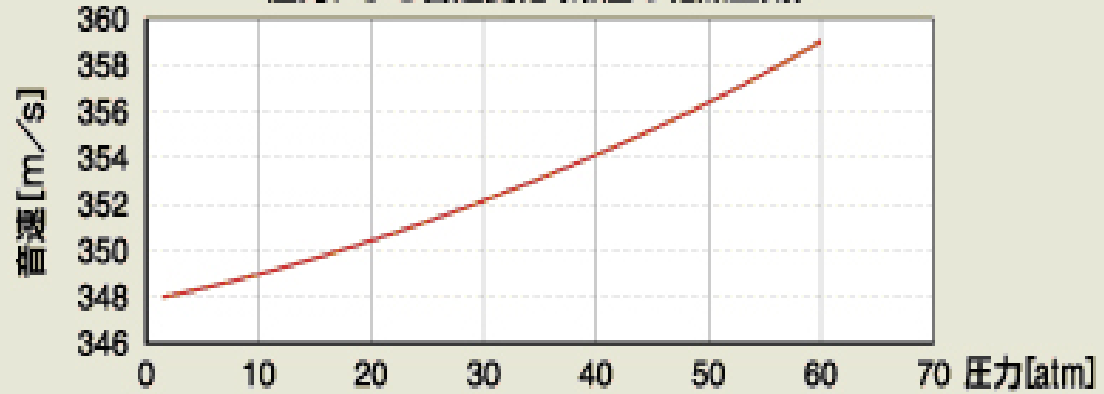
気温による音速変化（常圧下の乾燥空気）



気温・湿度による音速変化（常圧下の空気）



圧力による音速変化（常温の乾燥空気）



出典 本多電子株式会社 ホームページ
 豊橋市大岩町小山塚 20 番地 TEL.代表 0532-41-2511