

ワンチップマイコンで自分だけの電子オルゴールを作ろう

信州大学工学部情報工学科 榮岩哲二

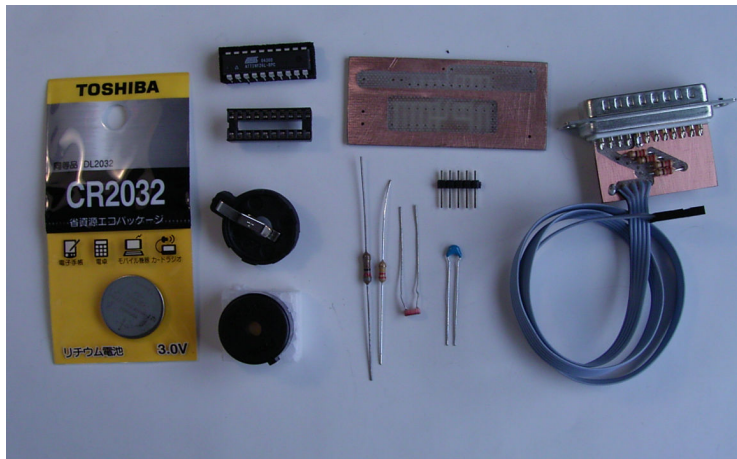
「コンピュータを知り、触り、使い、親しむ」ことを目的とした電子工作入門講座です。ワンチップマイコンとはコンピュータとして必要な機能を1チップに収めたものです。回路を組んでプログラミングすることでさまざまな仕事をさせることができますが、今日は、あなただけの電子オルゴールを作ります。

○ 電子工作

1. 使用する部品（自分でも作れるように価格と購入店（インターネットで購入可）を入れておきます）

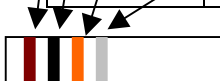
部品名	規格・型番	単価（円）	購入先
マイコン	ATtiny26L	280	秋月電子
IC ソケット	スリム 20P	10 個 100	秋月電子
ボタン電池ホルダー	CR2032 用	50	秋月電子
リチウム電池	CR2032	100	秋月電子
積層セラミックコンデンサ	0.1 μ F	10 個 100	秋月電子
Cds	9P5-1/H	40	秋月電子
ピンヘッダー	40P オス	50	秋月電子
カーボン抵抗	10k Ω , 120 Ω 各 1 本 220 Ω 4 本	100 本 100	秋月電子
D サブコネクタ	25P オス	50	秋月電子
圧電スピーカー	EE2108K-40R-3V	84	共立エレショップ
QI コネクタ	5P	31	共立エレショップ
QI コンタクトピン	10 本セット	105	共立エレショップ

注：プリント基板は売っていません。自分で作る時はユニバーサル基板を使ってください。



抵抗の値の読み方

色	黒	茶	赤	橙	黄	緑	青	紫	灰	白	金	銀	素地
第1数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
第2数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
第3乗数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
第4誤差		± 1	± 2								± 5	± 10	± 20

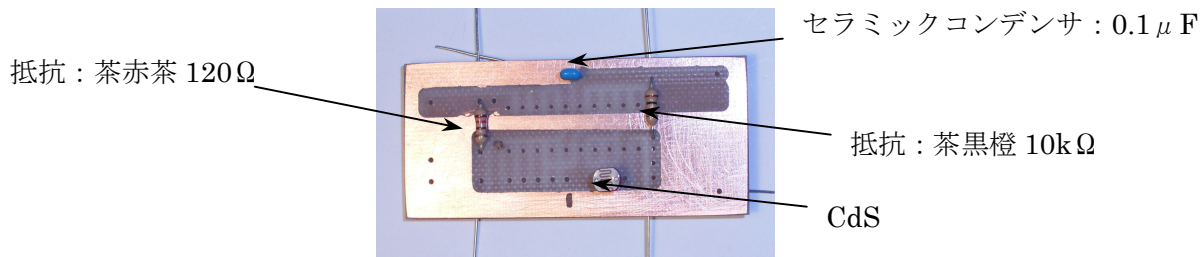


第1数字：茶1、第2数字：黒0、第3乗数：橙 10^3 、第4誤差：銀 $\pm 10\%$

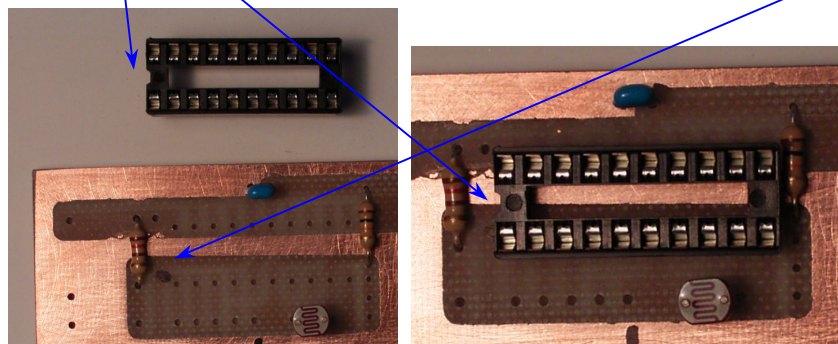
$$10 \times 10^3 \Omega = 10 \text{ k}\Omega \quad \text{誤差} \pm 10\%$$

2. 部品の取り付け

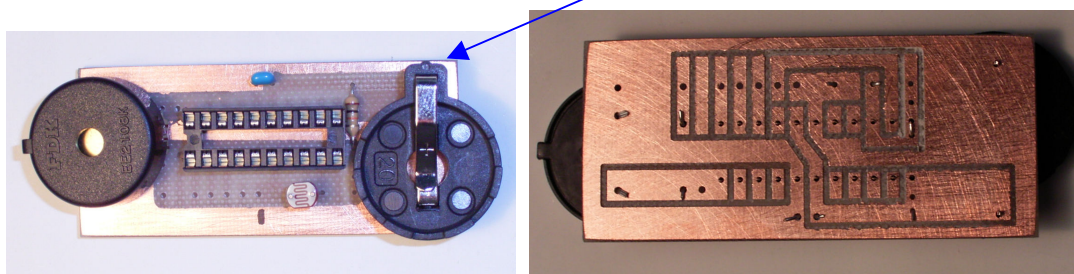
(1) 背の低い部品から載せていきます



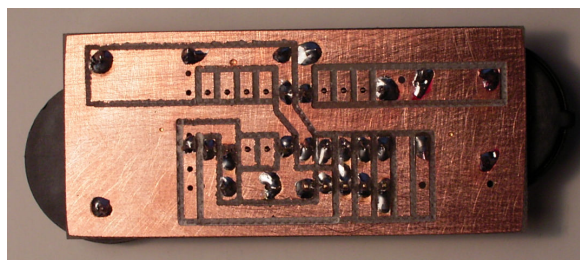
(2) IC ソケットはくぼみのある方が IC の 1 ピン、20 ピン側です。プリント基板のマジックの印があるとところが IC の 1 ピンになるようにソケットをさして下さい



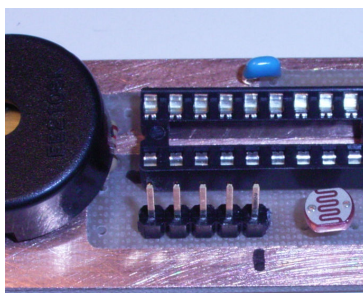
(3) 電池ボックスと圧電スピーカーを載せたらプリント基板を裏返し、不要なリード線を切り落とします。(出ている部分が残るように)



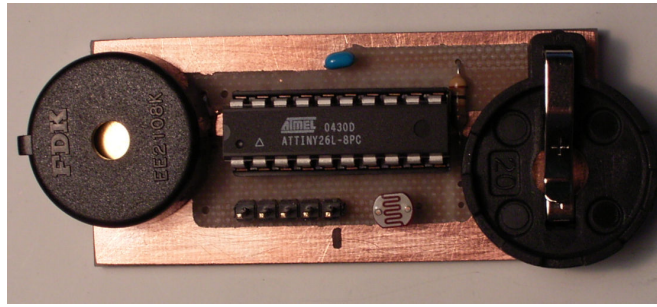
(4) はんだ付けはこて先を基板と部品にしっかり押し付けてはんだが十分に溶けて広がるまで離さないこと。IC ソケットは部品がつながっている部分だけはんだ付けすれば OK。



(5) 最後にヘッダーピンをはんだ付けします。



(6) 配線をチェックしたらワンチップマイコンを載せます。(電池はまだ付けないよ！)



○ プログラミング

マイコンを制御するソフトウェアは既に用意してあります。演奏する曲の楽譜をデータにすることをやってみよう。

・音階の表現

1 オクターブ下

休符	シ
S_0	S_B0

ド	ド	レ	レ	レ	ミ	ミ	ファ	ファ	ソ	ソ	ソ	ラ	ラ	ラ	シ	シ
	#	b		#	b		ア	#	b		#	b		#	b	
S_C	S_Cs	S_Df	S_D	S_Ds	S_Ef	S_E	S_F	S_Fs	S_Gf	S_G	S_Gs	S_Af	S_A	S_As	S_Bf	S_B

1 オクターブ上

ド	ド	レ	レ	レ	ミ	ミ	ファ	ファ	ソ	ソ	ソ	ラ	ラ
	#	b		#	b			#	b		#	b	
S_C1	S_Cs1	S_Df1	S_D1	S_Ds1	S_Ef1	S_E1	S_F1	S_Fs1	S_Gf1	S_G1	S_Gs1	S_Af1	S_A1
ラ	シ	シ											
#	b												
S_As1	S_Bf1	S_B1											

2 オクターブ上

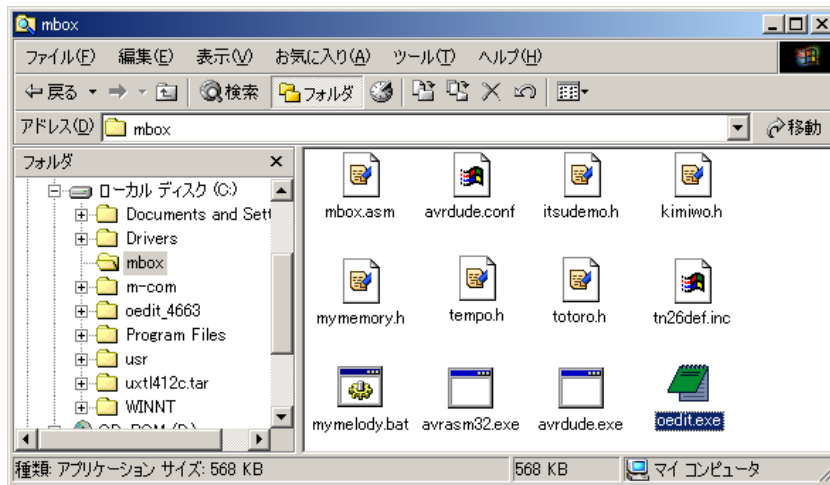
ド	ド	レ	レ	レ	ミ	ミ	ファ	ファ	ソ	ソ	ソ	ラ	ラ
	#	b		#	b			#	b		#	b	
S_C2	S_Cs2	S_Df2	S_D2	S_Ds2	S_Ef2	S_E2	S_F2	S_Fs2	S_Gf2	S_G2	S_Gs2	S_Af2	S_A2
ラ	シ	シ											
#	b												
S_As2	S_Bf2	S_B2											

・音長の表現

32 分音符	16 分音符	8 分音符	付点8分音符	4 分音符	4 分音符の 3 連符	付点4分音符	2 分音符	付点2分音符	全音符
T32	T16	T8	T8P	T4	T43	T4P	T2	T2P	T1

・楽譜からデータファイルの作り方

- (1) パソコンのドライブ C のトップディレクトリに「mbox」というフォルダーを作っております。そのフォルダーを開いてください。



- (2) フォルダー内の「oedit.exe」をダブルクリックして立ち上げてください。
 (3) まず、曲のスピードを決めるために 1 行目に楽譜の左上に書いてある数字を書き込んでください
 例

. e q u s p e e d = 1 3 2

- (4) 2 行目におまじないとして次の 1 行を書いてください

. i n c l u d e " t e m p o . h "

- (5) 3 行目から楽譜のはじめから

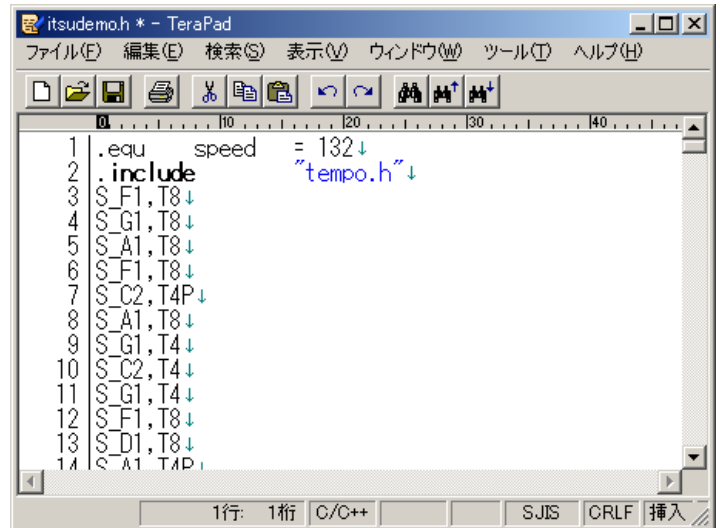
音階、音長

音階、音長

...

と書いていってください。 例 →

曲の終わりは音長に「0」（ゼロ）を書く



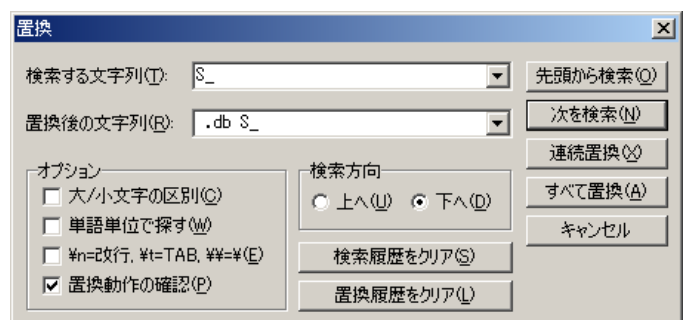
- (6) データファイルを書き終わったら、セーブしましょう。「ファイル」→「名前を付けて保存」

- (7) このデータファイルは未だ完成していません。アセンブラが理解できるプログラムに変更します

「検索」→「置換」を選び、「S_」を

「.db S_」に置き換えてください。

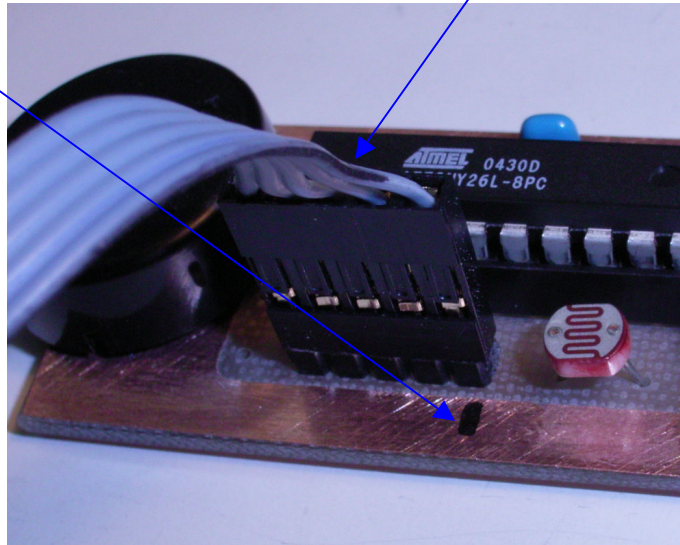
「すべて置換」をクリック



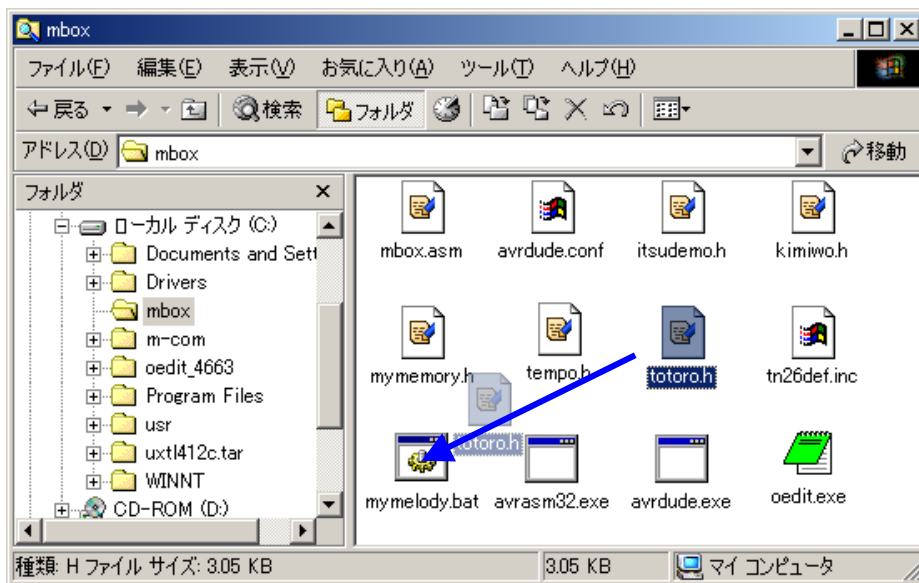
- (8) これでデータファイルができました。ファイルを「上書き保存」してください。

○ ワンチップマイコンへの書き込み

- ・オルゴール基板に電池を+-を間違えないように（上が+）入れてください。
- ・オルゴールの基板と PC とを書き込みケーブルで接続します。ケーブルに黒マジックで色を付けたピンを基板の黒マジックの位置に合わせて接続します。



- ・データファイルをマウスでドラッグし、「mymelody.bat」にドロップします。例「トトロの場合」



プログラムとデータがアセンブラによりマイコンチップが理解できる機械語に翻訳し、書き込みをしてくれます。書き終わったら自動で曲が鳴り始めます。

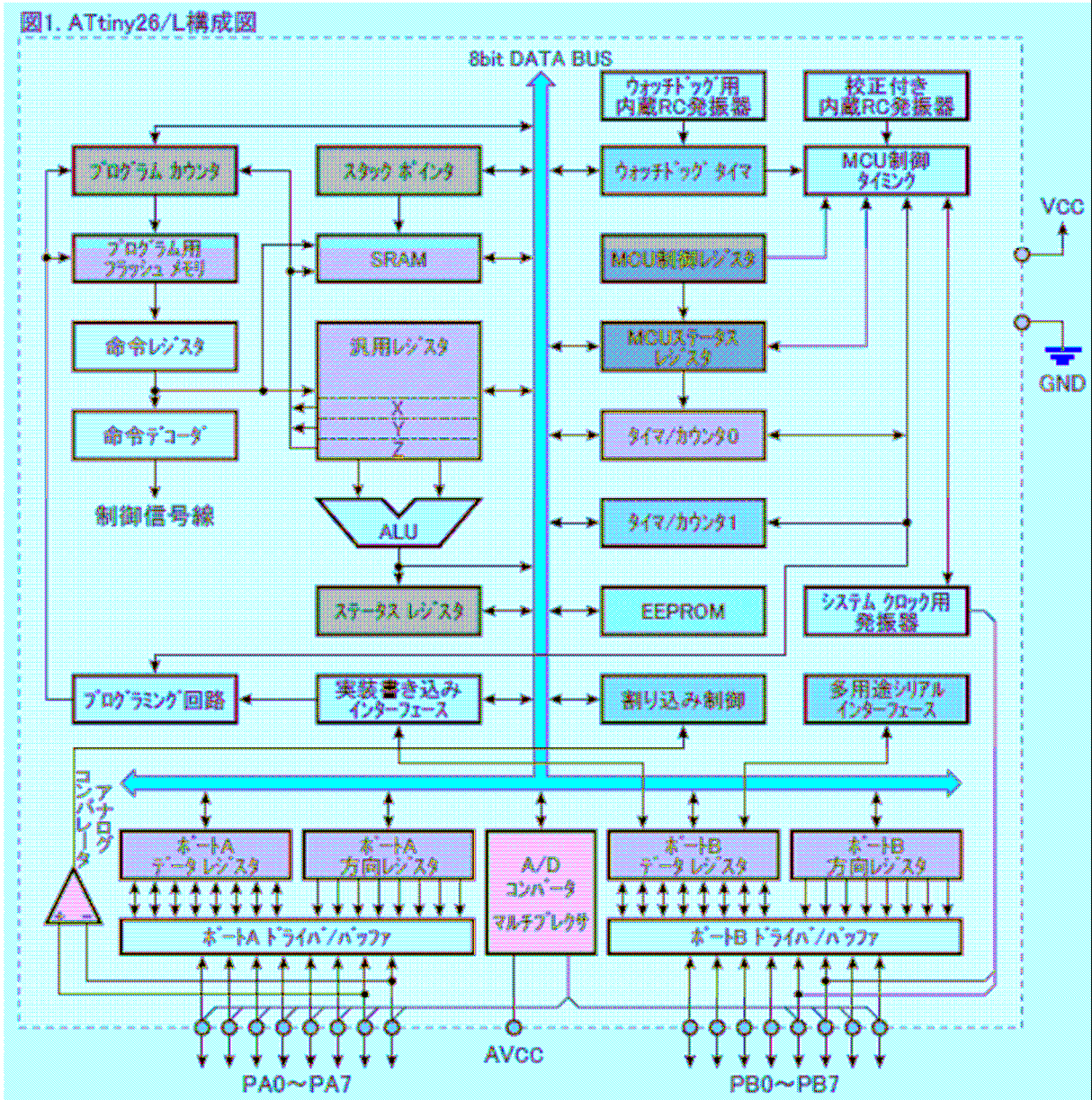
これで完成です。

例として4曲用意しています。試してみてください。

1. トトロ(toloro.h)
2. 千と千尋の神隠し(itsudemo.h)
3. ラピュタ(kimiwo.h)
4. 冬のソナタ(mymemory.h)

○ ワンチップマイコン Atmel 社製 Attiny26L (<http://www.atmel.com/products/avr/>)
 特徴 (データシートの日本語訳 <http://reef.path.ne.jp/~hero/pdf/TINY26.PDF>)

- 高性能、低消費AVR® 8ビット マイクロ コントローラ
 - ・ RISCアーキテクチャ ・ 強力な119命令 ・ 32個の1バイト長汎用レジスタ ・ 完全なスタティック動作
- データ メモリと不揮発性プログラム メモリ
 - ・ 2Kバイト(1Kワード)フラッシュ メモリ内蔵 (10,000回の書き換え可能)
 - ・ 128バイトEEPROM (100,000回の書き換え可能) ・ 128バイトの内蔵SRAM
- 内蔵周辺機能
 - ・ 8ビット タイマ/カウンタ ・ PWM出力 ・ 高速8ビット タイマ/カウンタ (非重複反転PWM出力ピン) ・ 多用途シリアル インターフェース ・ 10ビットA/Dコンバータ ・ アナログ コンパレータ ・ 外部割り込み ・ ピン変化割り込み ・ ウォッチドッグ タイマ
- 特殊マイクロ コントローラ機能
 - ・ アイドル、A/Dノイズ低減、パワーダウン、スタンバイの4つの低消費動作 ・ パワーONリセット回路と設定変更可能な低電圧検出器(BOD) ・ 外部及び内部の割り込み ・ SPIポート経由の実装書き込み ・ 校正付き内蔵RC発振器
- 動作電圧・動作速度・消費電力
 - ・ 2.7~5.5V (ATtiny26L) ・ 0~8MHz ・ 1MHz,3V,標準動作:0.70mA ・ パワーダウン動作:1 μ A未満



○ オルゴール

電子オルゴールでは、音階に応じた周波数でスピーカーを振動させることで音楽を演奏します。時報「ピピポー」の「ピ」の音は「ラ」の音階で440Hzの周波数ですから、1秒間に440回スピーカーを振動させることで「ピ」の音になります。ちなみに「ポー」は1オクターブ上の「ラ」で周波数は880Hzです。ワンチップマイコン ATTiny26L では入出力に使えるポートは16本あり、スピーカーを振動させるために1ポート (PA0) 使います。また、1曲演奏したら電気を食わないスリープモードに入ります。スリープからマイコンを起こすためには、光センサ (Cds) が光を感じ、ローレベルの信号を INT0 端子に入力することで外部割込み (INT0) を働かせます。

動作

箱のような暗いところに入っているときはスリープ状態でお休みしています。箱のふたを開けて光が入ると1曲演奏します。演奏し終わった時に明るいと演奏を続けますが暗いと元のスリープ状態でお休みします。

音階の出し方

8ビットのタイマー・カウンタ Timer0 に音階に応じた初期値をセットし、システムクロック (1MHz) の1/8の周波数でカウントアップさせ、オーバーフローしたところで割り込み処理によりスピーカーのつながっているポート PA0 の出力を反転させます。

音長

8ビットのタイマー・カウンタ Timer1 に音長に応じた初期値をセットし、システムクロック (1MHz) の1/16384の周波数でカウントアップさせ、オーバーフローしたところで割り込み処理により次の音をセットします。

回路図

