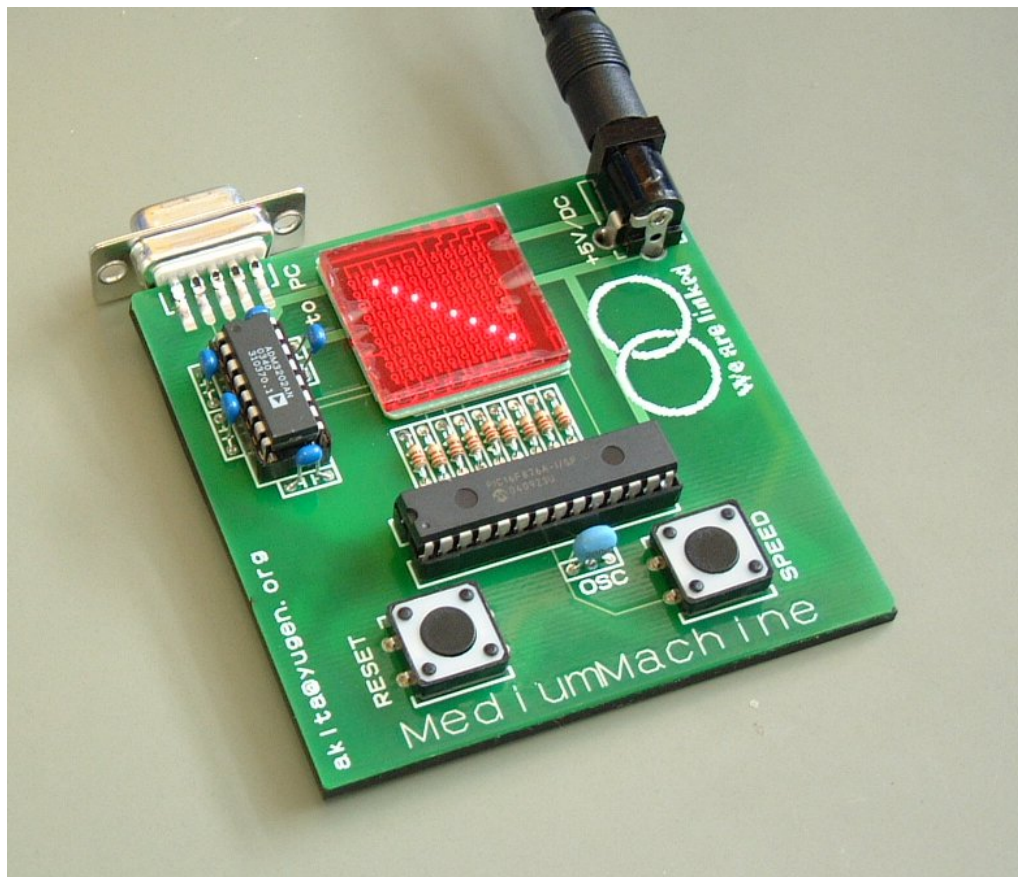


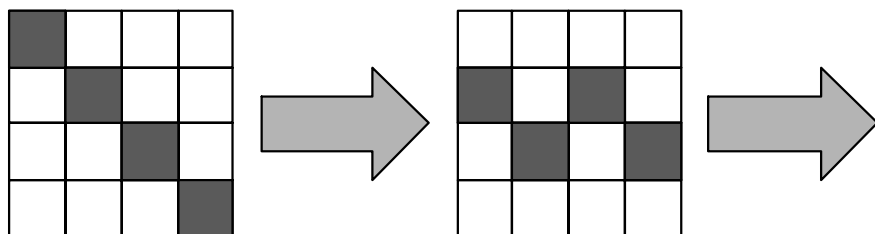
## メディウム・マシーン

# MediumMachine の 楽しみ方



# MediumMachine とは？

MediumMachine (メディウム・マシーン) は、電子工作キットです。つまり、あなたが自分の手で作るものです。作った後で遊べますが、その遊び方もいろいろ試すことができます。しかも MediumMachine は、「複雑系」という、ちょっとむづかしいけど面白い不思議な科学の世界を、ちょっとだけ見せてくれるものです。

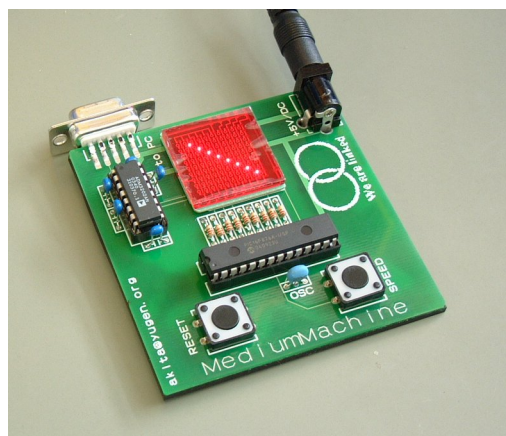


MediumMachine には、8×8の合計64個の光の点があり、その光のパターンが、どんどん変化をしていきます。この、光のパターンがどのように変化をするかを定める「規則」は、あなたが決めることができます。その「規則」しだいで、不思議なパターンができたり、おもしろいパターンができたりします。その「規則」については、またあとでくわしく見ていきましょう。ちなみにこの光のパターンが変わっていくスピードも変えることができます。MediumMachine を部屋にかざるとき、気分がせかせかしているときは速く、気分を落ち着けたいときはゆっくり変化させるとよいかもしれません。

ところで MediumMachine とは、どんな意味の言葉でしょう？

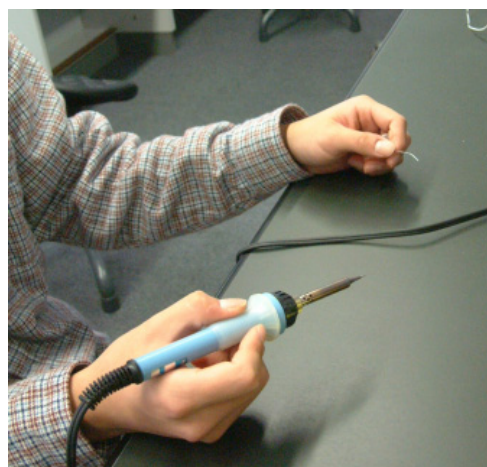
「Medium」とは、油絵の絵の具をとかす溶剤のことです。いろんなものを混ぜてしまう、そんなものです。MediumMachine のエッセンスは、電子工作、光のパターンの変化の「規則」、そして「複雑系」という不思議な科学の世界です。この3つが混じってできたのが、この MediumMachine です。そんな、いろいろなものを混ぜ合わせてできたもの。そんな意味です。

さあ、早速 MediumMachine を作ってみましょう。

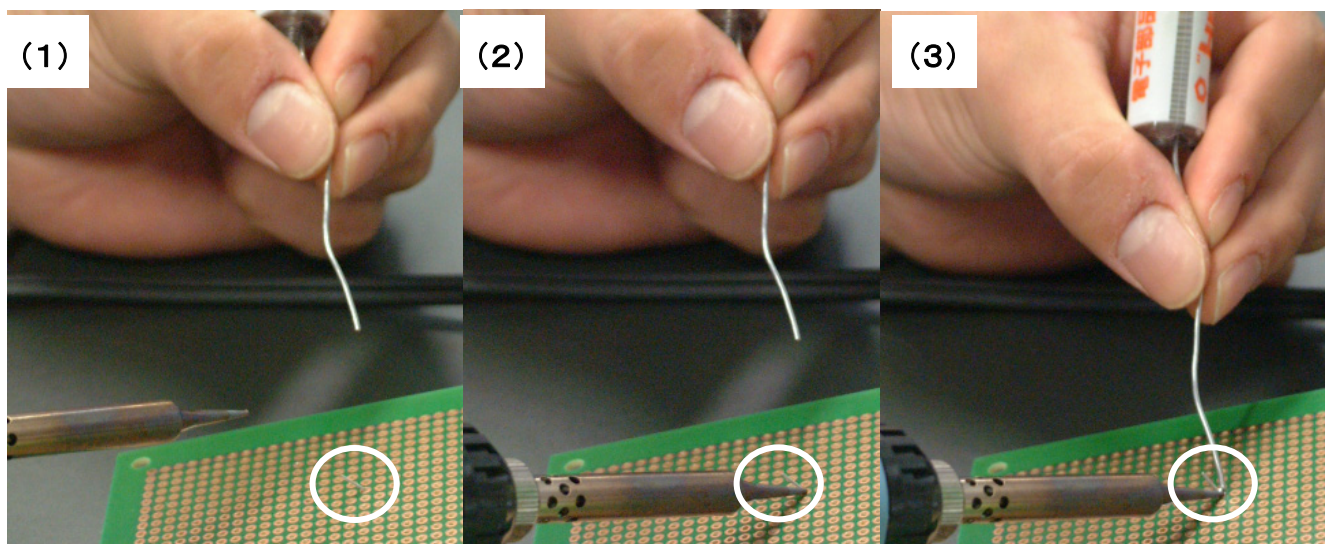


## MediumMachine の作り方

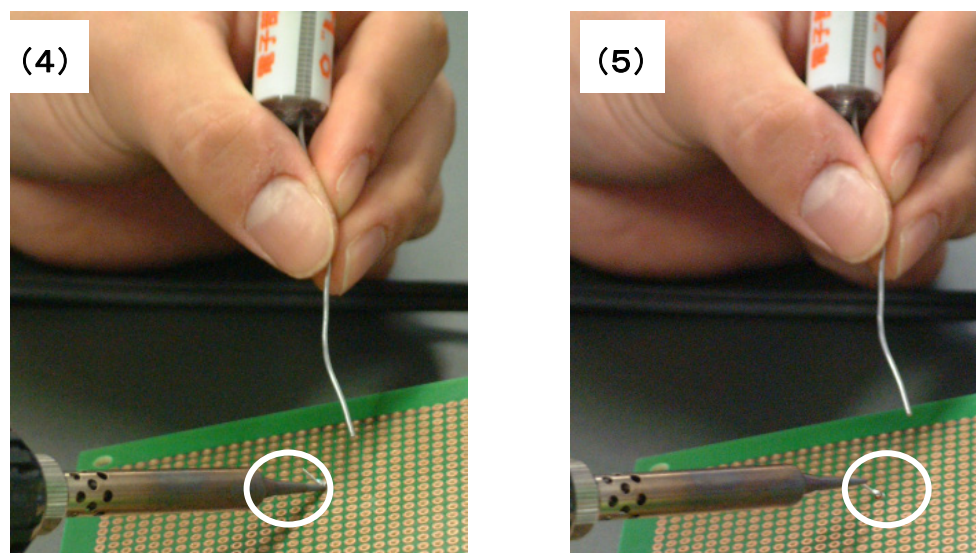
MediumMachine は、「はんだ付け」という作業で作っていきます。はんだ付けは、電子工作をするときに欠かせないもので、部品を基板にとりつけて電流が流れるようにつなげるための作業です。まず、はんだ付けのコツを覚えておきましょう。はんだ付けは、「はんだごて」という道具で、「はんだ」を溶かして



行います。「はんだごて」の先は熱くなるので、やけどをしないように注意しましょう。「はんだごて」と「はんだ」は、写真のように持ちます。「はんだごて」は鉛筆と同じような持ち方で右手に持ち、「はんだ」は先を延ばして左手に持ちます。熱くなった「はんだごて」の先で「はんだ」を溶かすわけですが、次のページのような手順で作業すると、きれいにできます。ぜひ、コツを、あなた自身で覚えてください。コツは、「はんだごて」で「はんだ」ではなくて「はんだづけする場所」を暖める、ということです。がんばって体で覚えましょう。



はんだごて・はんだを用意します      まずはんだごてをあてて暖めます      十分暖まったらはんだを溶かします



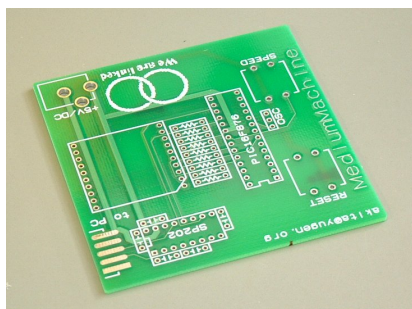
適量のはんだが溶けたらはんだを離します      しばらく暖め続けた後、最後にはんだごてを離します



MediumMachine の基板に、次のような順番で部品を取りつけていき、それぞれをはんだ付けします。部品をはんだづけしたら、基板の裏に出ている長い「足」は、「ニッパー」という道具で切り取っていきます。このとき、切り取った足が飛び散って危険ですので、十分気をつけましょう。注意してほしい点をまとめておきます。

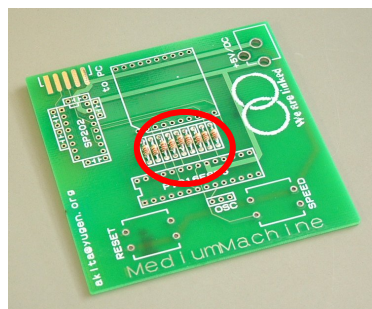
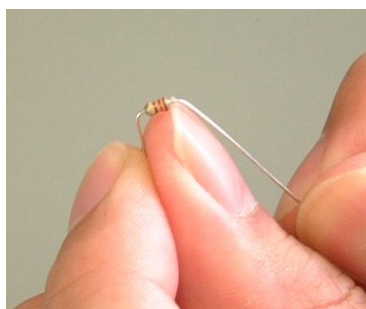
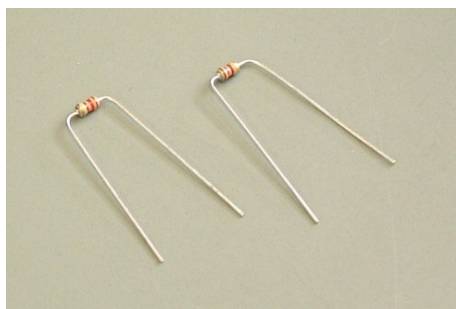
- 「はんだごて」の先は熱くなります。やけどをしないようにしましょう。
- 「はんだごて」で「はんだ」を直接に暖めないようにしましょう。
- 部品の足を「ニッパー」で切るときは、切り取った破片が飛び散らないように注意しましょう
- 「ニッパー」などの道具でけがをしないように注意しましょう


## 1) 基板の用意



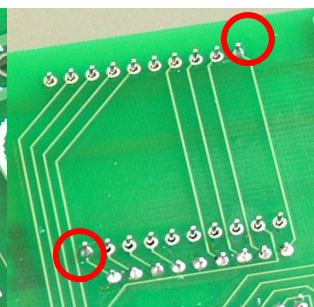
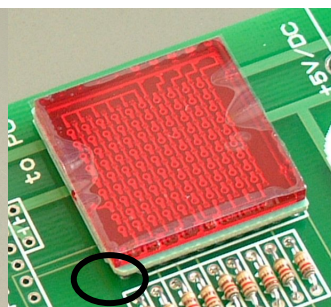
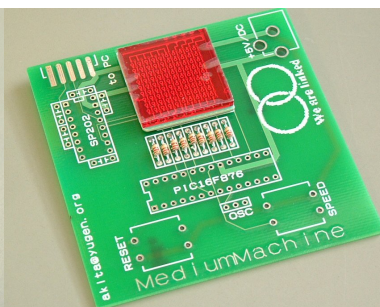
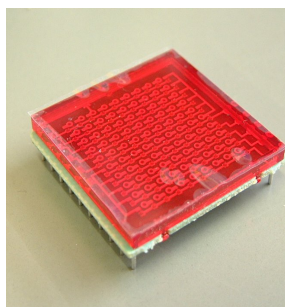
まず緑色の基板を用意します。ここに以下の順番で部品を取り付けていきます。

## 2) 抵抗器のとりつけ



9本ある抵抗器の足を折り曲げ、基板上の  マークのところにとりつけます。抵抗器が基板から浮き上がらないように注意しながらはんだ付けし、余分な足を切り取ります。1本ずつはんだ付けするとよいでしょう。(この抵抗器は LED モジュールに流れる電流を制限するはたらきがあります)

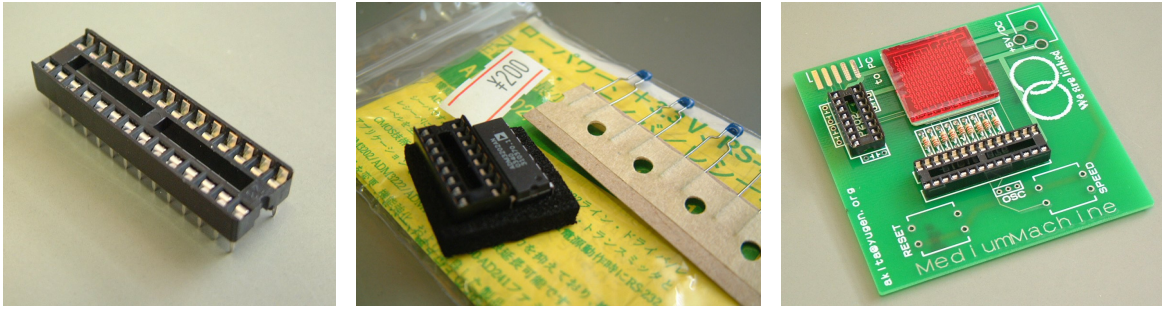
## 3) LED モジュールのとりつけ



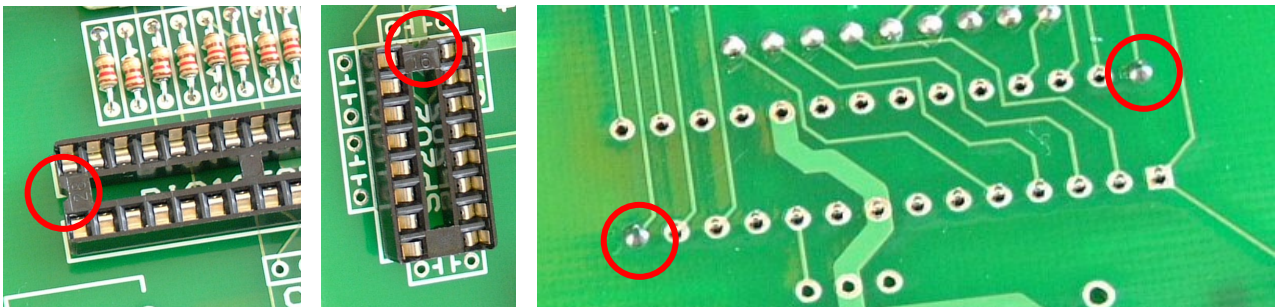
赤色の四角い LED モジュールを、少し欠けている隅を基板上の切り欠きマークにあわせてとりつけます。LED モジュールには20本の足があり、一度にはんだ付けをすると基板から浮き上がってしまいがちですので、LED モジュールをおさえながらまず図のように対角線上の2箇所をはんだ付けして仮に固定し、基板から浮き上がっていないことを確認してから残りの足をはんだ付けするときれいにできます。



#### 4) ICソケットのとりつけ

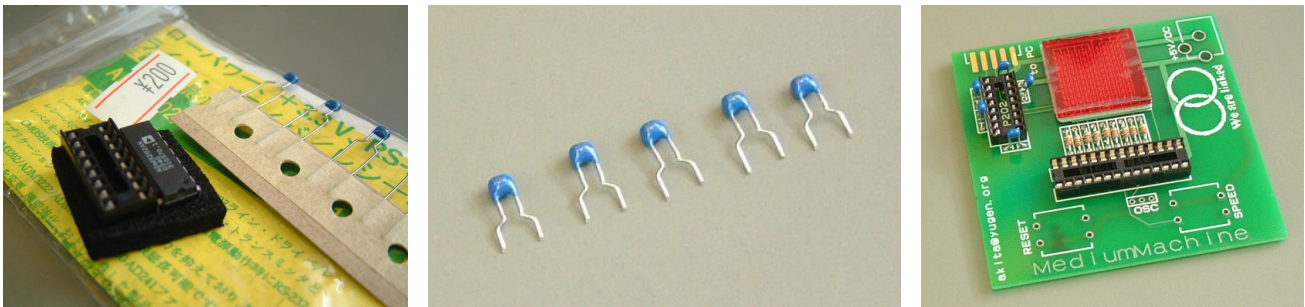


2個のICソケットをとりつけます。大きいICソケットは28本、小さいICソケットは16本の足があります。小さいICソケットは他の部品とともに小さいビニール袋の中に入っていますのでそこから取り出します。



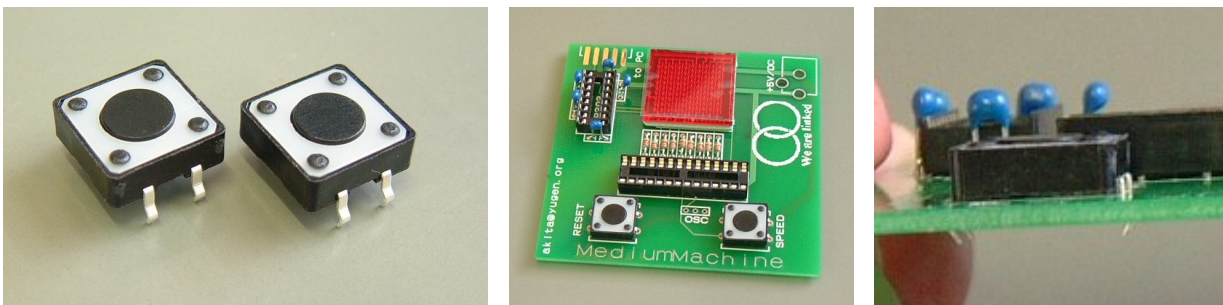
ICソケットには向きがありますので、ICソケットの切り欠きが基板上の切り欠きマークにあわせます。このICソケットもはんだ付けする箇所が多いので、基板から浮き上がらないように、LED モジュールのときと同様に、まず対角線上の2箇所を仮にはんだ付けすると、きれいにできます。(ちなみにICとは Integrated Circuit (集積回路: 電子回路をシリコン結晶の中に作りこんだもの) のことです)

#### 5) コンデンサのとりつけ



足が2本ある水色のコンデンサ(5個)を、まず紙テープからニッパーで切り離し、基板上の マークのところにとりつけます。基板からあまり浮き上がらないように注意しましょう。

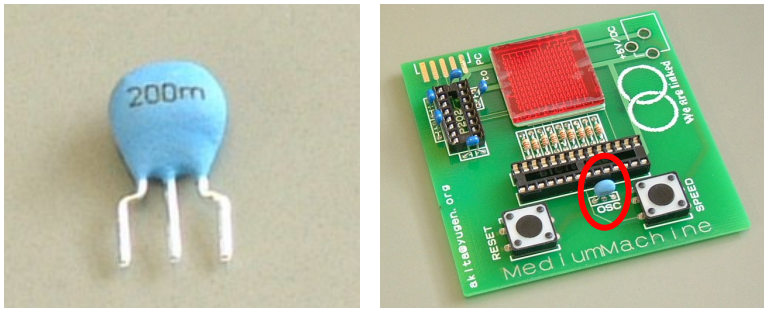
#### 6) プッシュスイッチのとりつけ



2個のプッシュスイッチを基板の図の位置にとりつけはんだ付けします。このときプッシュスイッチの足の根元まで基板に差し込むときれいに仕上がります。

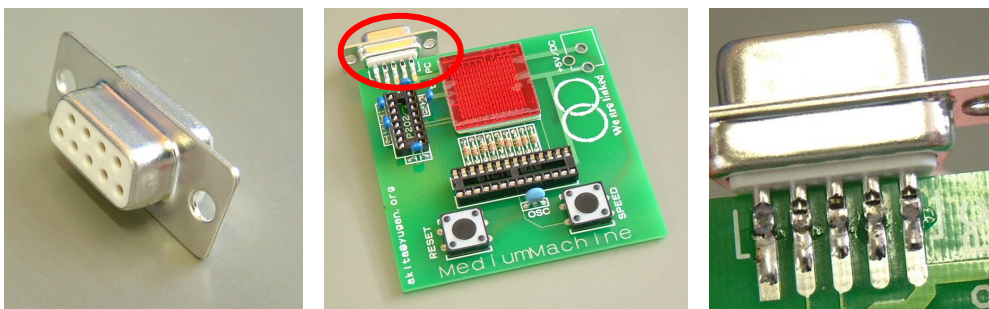


## 7) セラミック発振子のとりつけ



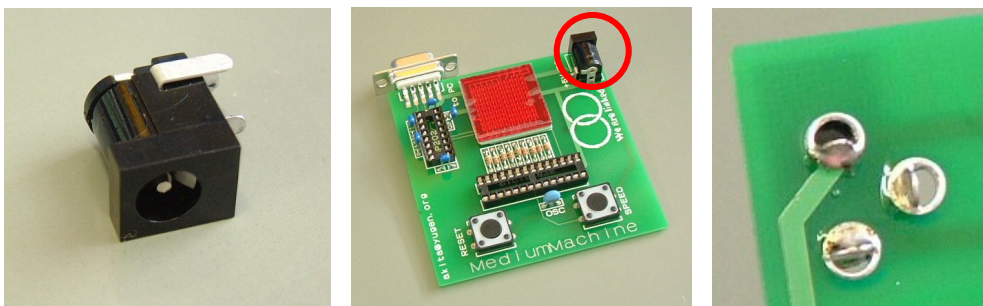
水色の3本足があるセラミック発振子を基板の図の位置にとりつけはんだ付けします。(このセラミック発振子は、MediumMachine に搭載される小型コンピュータ(マイコン)に与える20MHzの基準信号をつくるはたらきがあります)

## 8) DSUB9ピンコネクタのとりつけ



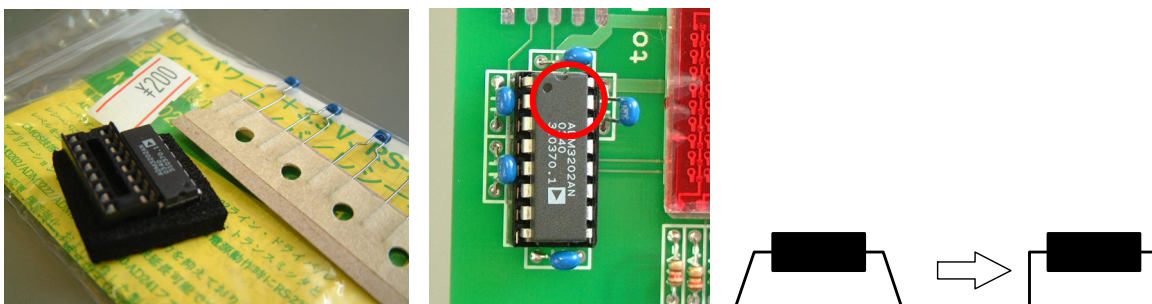
MediumMachine をパソコンと接続するためのコネクタをとりつけはんだ付けします。基板の表面に5本の端子、裏面に4本の端子がある側がくるように基板をはさむように差し込んで、多目のはんだではんだ付けします。(このコネクタは、接続面の形がDの字に似ていることからDSUBコネクタと呼ばれます)

## 9) 電源コネクタのとりつけ



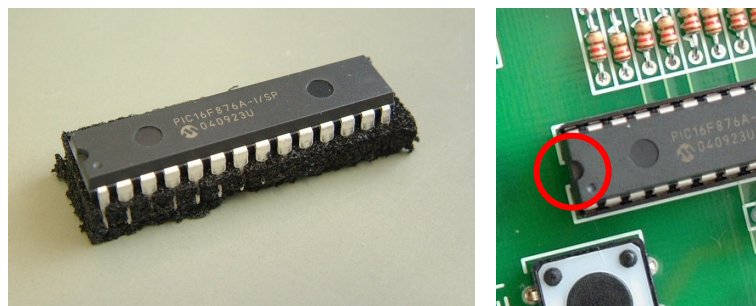
ACアダプタを差し込むための電源コネクタを基板の図の位置に取り付け、多目のはんだではんだ付けします。

## 10) ICの差し込み(その1)



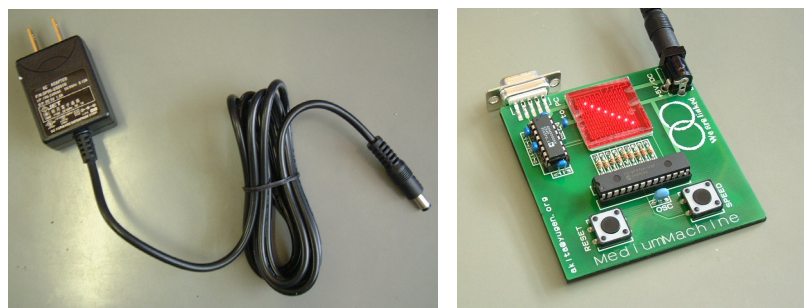
16本の足があるICをICソケットに、切り欠きの向きを図のようにあわせて差し込みます。このとき IC の足が広がっていて差し込みにくいときは、図のように直角にまげるとよいでしょう。(このICは、マイコンとパソコンを接続するための信号の変換を行うはたらきがあります)

### 11)ICの差し込み(その2)



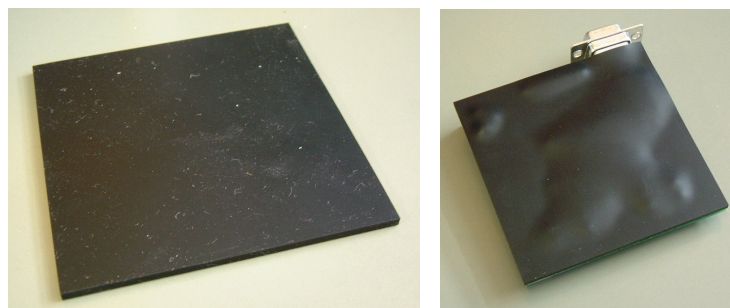
28本の足があるICをICソケットに、切り欠きの向きを図のようにあわせて差し込みます。(このICは MediumMachine の心臓部ともいえる小型コンピュータです)

### 12)ACアダプタのとりつけと動作確認



ACアダプタのプラグを基板上の電源コネクタにつなぎ、次にACアダプタ本体をコンセントに差し込んでみましょう。LEDマトリクスに模様が出ましたか？模様が出ればほぼ完成です！模様が出なかった場合は、どこかミスがあるはずですので、**すぐに AC アダプタをコンセントからはずし、**はチェックしましょう。

### 13)保護ゴムシートのとりつけ



基板の裏側に、保護ゴムシートを貼り付けます。このときでっぱりぎみの部品の足を、改めてニッパーで根元近くから、基板と接合しているはんだをなくさない程度に切り取っておくとよいでしょう。

## MediumMachine の使い方

MediumMachine を使うときは、AC アダプタをコンセントに差し込みます。MediumMachine には2個のスイッチがあり、それぞれ次のようなはたらきがあります。

- 「SPEED」スイッチ :LED マトリクスの光のパターンの変化のスピードが変わります。
- 「RESET」スイッチ :LED マトリクスの光のパターンを、最初の状態に戻します

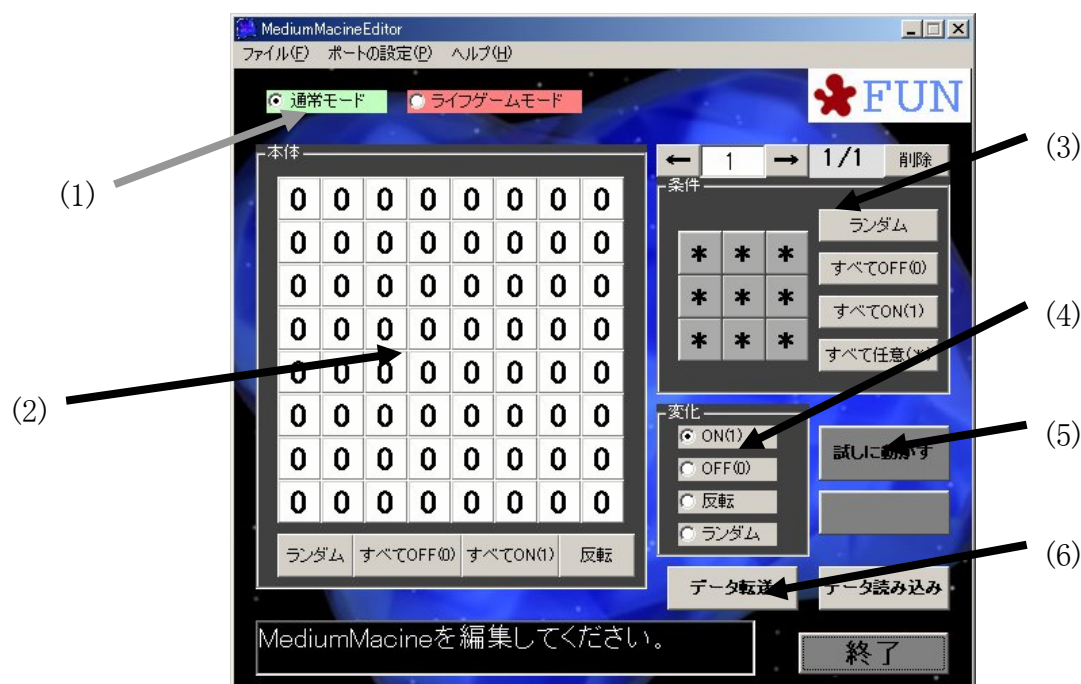
# MediumMachine の書き込み方



パソコンの、「スタート」メニューの中の「MediumMachineEditor」の中にある、「MediumMachineEditor」を起動してみましょう。(またはデスクトップにある次のようなアイコンがある場合はそれをダブルクリックしても構いません)

※自宅に Windows の動作が動作して、「シリアルポート」がついているパソコンを持っている場合は、付録の CD-ROM を使って、自宅のパソコンで MediumMachineEditor を使うようにすることができます。

さてこの「MediumMachineEditor」を起動すると、次のような画面が出てきます。



この画面の各部分は、次のような役割があります。

- (1) **動作モード**。MediumMachine の2種類の動作モードを切り替えます。
- (2) **メイン画面**。MediumMachine の光のパターンを決めます。
- (3) **光パターンの変化条件**。MediumMachine の光のパターンの変化する条件を決めます。
- (4) **光パターンの変化指定**。MediumMachine の光のパターンの変化のしかたを決めます。
- (5) **「試しに動かす」ボタン**。設定した変化条件のとおり動かしてみます。
- (6) **「データ転送」ボタン**。MediumMachine に光パターンとその変化の条件を転送します。

MediumMachine には、「通常モード」と「ライフゲームモード」の2つの動作モードがあります。

いずれの動作モードでも、(2)のメイン画面で、MediumMachine の光のパターンを決めることができます。マウスでマスをクリックするごとに0(白)と1(赤)が切り替わります。好きな絵を描いてみましょう。いくつかサンプルのパターンが入っていますので、メニューの「ファイル」→「開く(O)」からパターンファイルを読み込むこともできます。



## a. 斜め線の点滅



まず左のように、「通常モード」を選び、メイン画面に斜め線を描いてみましょう。そして「光パターンの変化条件」のところはすべて「\*」マーク、「光パターンの変化指定」のところは「反転」を選びます。そして「試しに動かす」ボタンを押してみてください。



すると左のようなパターンに変化するはずです。すべてのマス目の赤と白が入れ替わりました。もう一度「試しに動かす」ボタンを押すと、またもとのパターンに戻るはずです。

「光パターンの変化条件」は、3×3の9個のマス目の真ん中を基準として、そのまわりにある8個のマス目がどのような値(白(0)・赤(1)・灰(\*))のときに「光パターンの変化」を起こすか、を決めます。いま設定した条件は、すべて「\*」、つまりまわりの8個のマス目が「任意」(白でも赤でもよい)のときに、「光パターンの変化」が起こる、ということを示しています。つまりこの場合、すべてのマス目で、「光パターンの変化」が起こります。

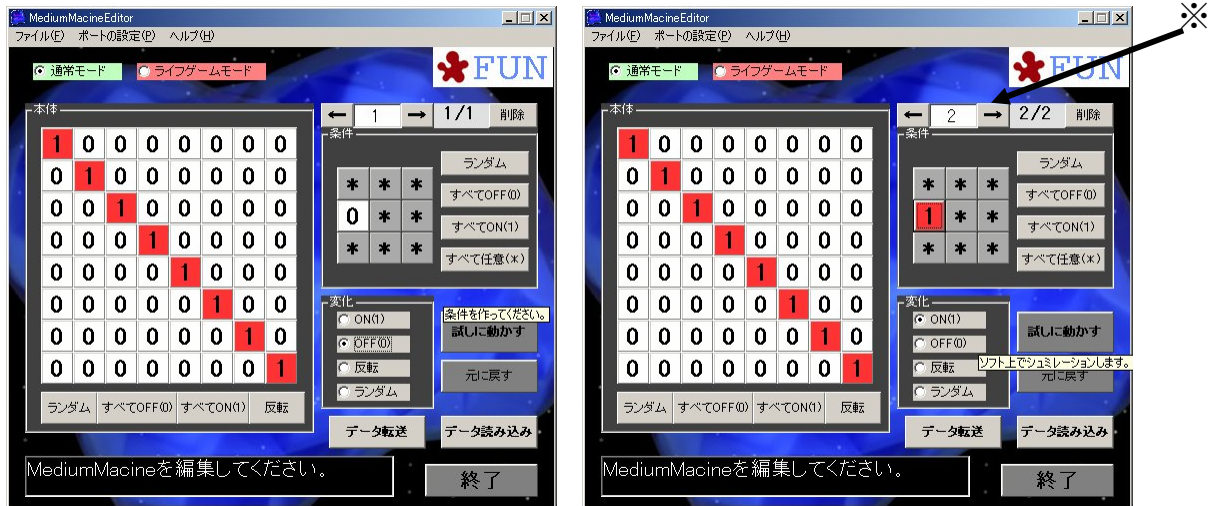
ここで設定した「光パターンの変化」は、「反転」でした。つまりこの場合にすべてのマス目で起こる「光パターンの変化」は、白と赤を反転させる、ということになります。結果として、メイン画面に描いたパターンのすべてのマス目の白と赤が交互に入れ替わる、ということになります。他にもいろいろなパターンを描いてみて試してみましょう。

さて気に入ったパターンが描けたら、MediumMachine に転送してみましょう。パソコンとシリアルケーブルで MediumMachine を接続して、MediumMachine に AC アダプタをつないでの電源を入れておきます。その状態で、「データ転送」のボタンを押すと、いま設定した光パターンとその変化条件が MediumMachine に転送されます。

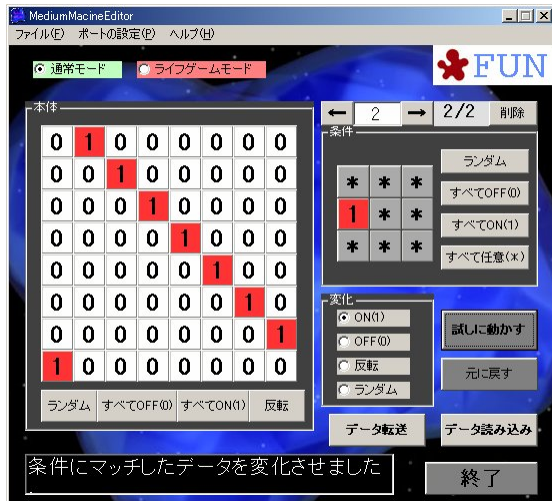
さっそく MediumMachine の「START」ボタンを押してみましょう。さきほど設定した光パターンが、点滅をするでしょうか？

気に入った光パターンは、メニューの「ファイル」→「名前を付けて保存(N)」で保存することができます。

## b. 斜め線の移動



こんどは、描いた光パターンを右に移動させてみましょう。MediumMachineEditor で、図のような光パターンと、2つの光パターンの変化条件とその変化を設定してみてください。2つめの光パターンの設定は、右上の方の左右の矢印(※のところ)で「条件」のところを切り替えて別々に設定します。



設定したら、さっそく「試しに動かす」ボタンで動かしてみましょう。右のように、順番に斜め線が右に動いていくでしょうか。ちなみにメイン画面の左端と右端、上端と下端はつながっているの、右にはみだした分は左から出てきます。

ここで設定した条件は、次の二つです。

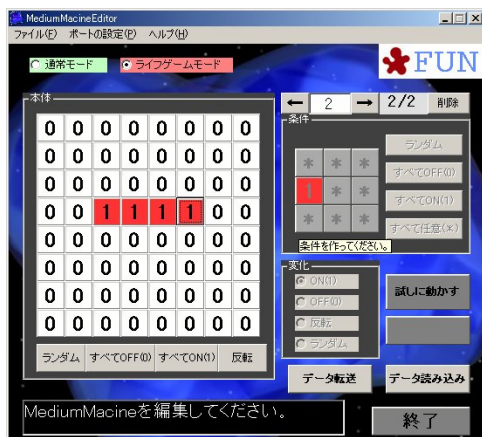
1. マス目の左側が白(0)だったらそのマス目は白(0)になる
  2. マス目の左側が赤(1)だったらそのマス目は赤(1)になる
- つまりすべてのマス目が、すぐ左側が白なら白になり、赤なら赤になることとなります。その結果、すべてのマス目のすぐ左側の色がその右側のマス目に移ることになって、光のパターンがどんどん右に動いていくことになります。

できあがったら MediumMachine に転送して動かしてみましょう。

このような調子で、いくつかの条件を設定することで、いろいろな光のパターンの点滅ができるはずです。いろいろ遊んでみてください。

## c. ライフゲームモード

最後に、動作モードを「ライフゲームモード」にして遊んでみましょう。ライフゲームについて詳しいことは、次のページの「MediumMachine で「複雑系の世界」をのぞいてみる」をみていただくとして、これは、



光パターンの変化条件が、あらかじめ決まっているものです。いろいろなパターンで遊んでみてください。もちろん MediumMachine に転送できます。



# MediumMachine で「複雑系」の世界をのぞいてみる

さて MediumMachine は、「通常モード」と「ライフゲームモード」があって、それぞれいろいろな光パターンの点滅をつくることができました。これは、実は最近できてきた新しい科学の世界である「複雑系」と呼ばれるものと、とても深く関連しています。

「通常モード」は、マス目の白か赤の色が、そのまわりの8個のマス目の色に応じて変わる、というものでした。これは、1940年ごろに、生物の成長について研究していた数学者のウラムという人と、フォン・ノイマンという人によって考えられたもので、「セル・オートマトン」という名前がついています。ちなみにフォン・ノイマンは、コンピュータの発展の基礎をつくった人でもあります。

「セル・オートマトン」は、1980年ごろにイギリスのウルフラムという科学者によって深く研究されました。その結果、「セル・オートマトン」は、次の5種類に分類できることがわかりました。

1. あるパターンで変化しなくなる
2. ある一定の周期でパターンが変化する
3. パターンがランダムに変化する
4. 非常に複雑だがランダムではない変化をする
5. その他

1. と2. は、見ていてあまりおもしろくないかもしれませんが、3. と4. は、見ていてあきないかもしれません。

さてその後、アメリカのグラントンという科学者がより深く研究しました。この人は、「人工生命」というものを始めて考えて研究を始めた人でもあります。これは、生物が、卵細胞から個体に発生していくような、非常に複雑なことをモデル化するものです。このように、最初是一个の細胞だったものが、どんどん細胞分裂をして個体になっていく過程を「自己組織化」と呼びます。これは、細胞自身が、自分の中に持っている情報をもとに分裂・分化していった、複雑な形の個体をつくりだす過程のことですが、このモデルとして、「セル・オートマトン」を使ったわけです。

このグラントンの研究の結果、1. あるいは2. のような、見ていてつまらないセル・オートマトンが、ある条件のもとで、4. のように、ランダムではない複雑な変化をするようになることがわかりました。この変化が、全くランダムではなく、複雑だがある規則がある変化をする、というのが重要です。これが、1個の細胞から生物の個体になっていく過程と似ている、というわけです。ランダムに変化してしまったら、生物の個体の形にはならないはずですよ。

このように、非常に複雑だがランダムではない変化をするものを研究する科学が、「複雑系」と呼ばれるものです。もちろん、「セル・オートマトン」は、生物の発生のモデルとしては単純化されすぎているので、「セル・オートマトン」がわかったからといって、生物のすべてがわかるわけではありません。このあたりは、世界中の「複雑系」の研究者が研究をしている、最先端の科学です。（はこだて未来大でも研究をしている先生が何人かいます）

もちろん生物というものは、「複雑系」の研究対象ですが、その他にも、複雑だがランダムでない現象、というのは世の中にたくさんあります。たとえば空の雲の形、天気の変化、株価の変動、物質の性質、などなど、「複雑系」が対象とする分野はたくさんあります。

興味を持った人は、いろいろな本が出ていますので、本屋さんで探してみてください。

さて MediumMachine のもう一つの動作モードである「ライフゲーム・モード」についてお話しておきましょう。ライフゲームとは、マス目の赤・白が、まわりの8個のマス目によって次のような条件で変化をするmのです。

1. まわりに2個の赤(1)があったら、そのマス目は変化しない
2. まわりに3個の赤(1)があったら、そのマス目は赤(1)になる
3. まわりの1個以下の赤(1)しかないときは、そのマス目は白(0)になる
4. まわりに4個以上の赤(1)しかないときは、そのマス目は白(0)になる

広い草原に動物がたくさんいる状況を考えてみてください。動物がいる状態が赤(1)、いない状態が白(0)だと考えてみましょう。

ある動物のまわりに誰もいなかったら、エサがないので死んでしまいます。これが3. にあたります。

逆にまわりにあまりたくさんの動物がいて、エサがなくなってしまうと、やはり死んでしまいます。これが4. にあたります。

まわりに、ちょうどよい数(この場合は3匹)の仲間がいるときは、子供が生まれます。これが2. にあたります。

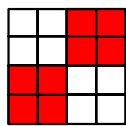
そしてまわりに2匹のときは、共存して動物の数は変わりません。これが1. にあたります。

このようにライフゲームは、広い範囲にいる動物の数がどのように変わっていくか、を調べるためのものとして考えられました。このライフゲームは、マス目の色が、まわりのマス目の色に応じて変わるわけですから、先ほど出てきた「セル・オートマトン」の1種です。

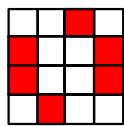
このライフゲームの光パターンの変化の規則はこれだけのものですが、なかなかおもしろい変化をするパターンがあります。いくつか有名なものを紹介しておきますので、ぜひ試してみてください。



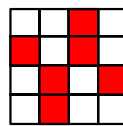
ブリンカー



ビーコン



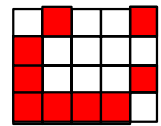
ヒキガエル



とけい



グライダー



軽量級宇宙船

(「MediumMachine の楽しみ方」:(c)J.Akita, 2004.6)

※MediumMachine に関する情報はすべて以下のところから参照できます。

<http://ambition.ec.t.kanazawa-u.ac.jp/~akita/plan/mmx/>

また内容に関するお問い合わせは、以下までお願いいたします。

秋田純一 (金沢大学 工学部 情報システム工学科 講師 / 8,12,14,17,18,19,22 回参加)

〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 / E-mail: akita@yugen.org

URL: <http://ambition.ec.t.kanazawa-u.ac.jp/>