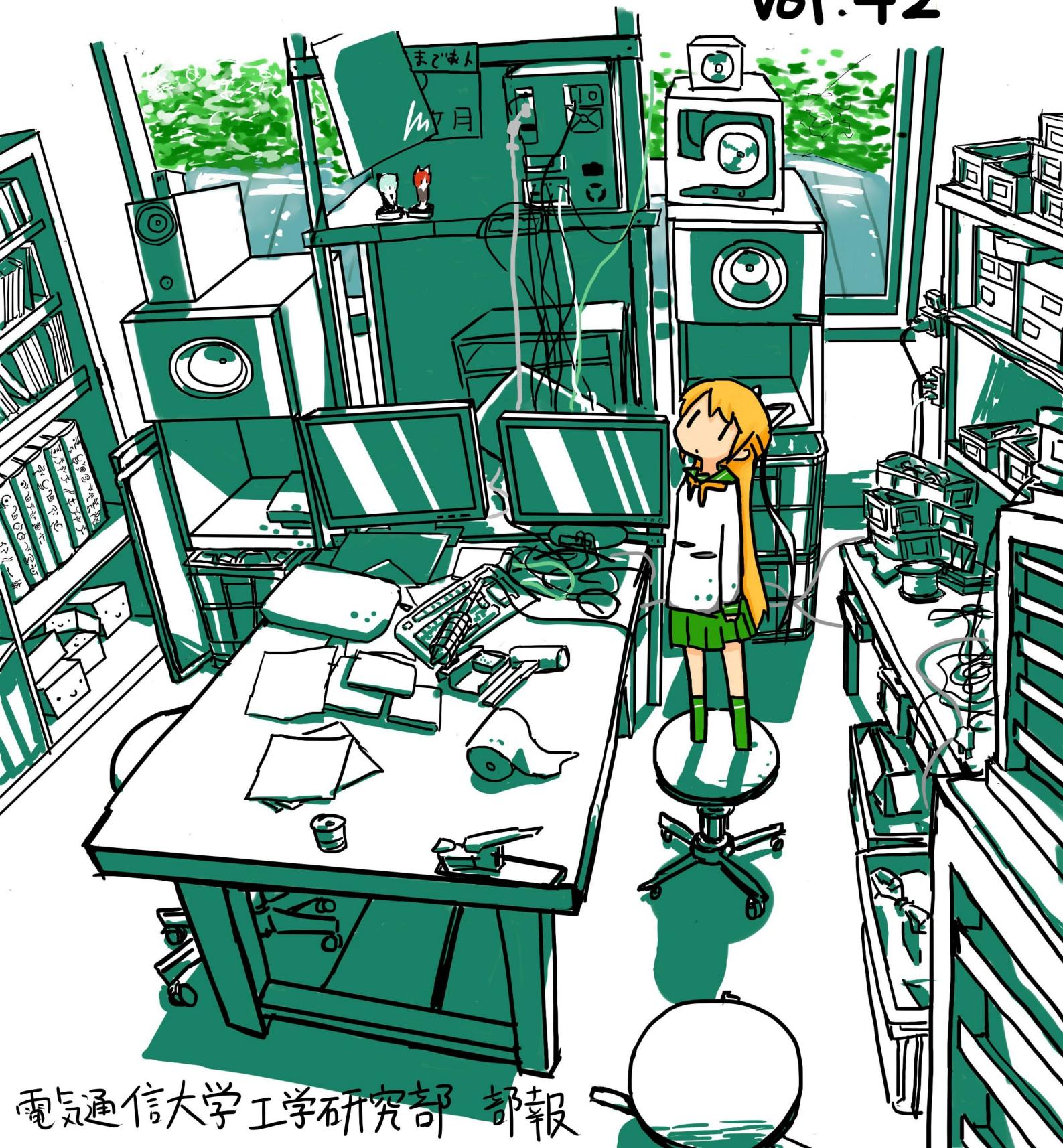


# ころけん

Vol. 42



電気通信大学工学研究部 部報



# 目次

M科バズーカ (いまい)	1
EleBW (工研野郎Aチーム)	3
beatmania IIDX用ゲームコントローラー制作 (山岸 大騎)	4
高感度ポップンミュージック用ボタンの自作 (FJT)	7
トランジスタアンプの制作 (はぐれウサギ)	10
ヘッドホンアンプ制作講習・体験記 (山中拓也)	14
2回目のヘッドホンアンプ作り (住澤征秀)	16
アナログシンセサイザーの製作 (鈴木 聰)	18
1/10サイズでの装甲列車の制作 (加藤 修一)	20
整数計画法を使って独数を解こう (ワキタ)	22
小中学生向けに電子工作教室を開いてみた (皆川太志)	26

# M科バズーカ

2年知能機械工学（M）科 いまい

二年後期に入り所属している知能機械工学科では有名な製図（メカノデザイン）の授業が始まった。初回授業の時に製図道具一式を買うのだが、購入した製図セットの中でひときわ目立つのが製図筒だった。この製図筒、通称 M科バズーカと呼ぶ。なぜなら製図の授業があるのは M科だけだからだ。

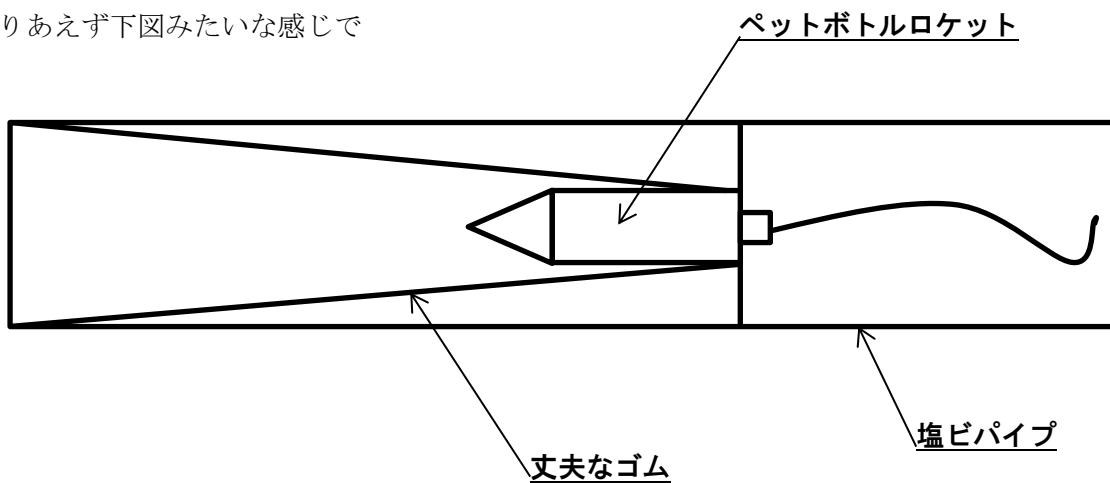
この製図筒を手に入れた時に思った。

これは作るしかない。

ちゃんと飛ぶ M科バズーカを…！

ということで作りたい。

とりあえず下図みたいな感じで



こんな図でわかるか…？

まあいいや

次のページに続く…

このバズーカのコンセプト

- ペットボトルロケットだと高が知れているから初速を出すためにゴムの内部エネルギーを使う。
- 出来るだけ電気、火薬は使わない。
- 電子制御？何それおいしいの？

今あがっている問題点

- ゴム解放と同時にペットボトルロケットを発射しても意味なくね？
- 強度もつの？
- そもそもほんとに飛ぶの？
- 空気入れるのどうやるの？

ヤバいな…

出来る気がしねえ…

そもそもこれ作って何やろう…？

サバゲー？それぐらいしか思いつかないや

とにかく作る！



## チーム名：工研野郎 A チーム

メンバー： 本多 寿也（機械工学科1年）代表、 河村 大輝（機械工学科1年）、  
木村 敏（情報・通信工学科1年）、 松村 崇史（総合情報工学科1年）、  
水野 博文（情報・通信工学科1年）、 横田 嶺（情報・通信工学科1年）

### 1. はじめに

皆さんがご存知のようにブーブークッショングというパーティーグッズがあります。これは風船のようなもので、その上に座るとブーッという音を出すものです。これは構造上一種類の音しか出せず、すぐに飽きが来てしまいます。そこでそれを電子化してみて何種類かの音を出したり音の大きさ等を変更できたりしたら面白いだろう、というのが今回の制作動機です。

この作品の名前は「EleBW」と書き、エルブウと読みます。エレブウと読む方が自然なのですが、それだと有名なゲームのキャラクターの名前とかぶってしまうためエルブウとしました。この名前の Ele は電気の意味を持つ英語の Electricity の略で、BW はおならという意味の英語 Break Wind の頭文字を使用しています。

### 2. 作品概要

座った時に音がなる仕組みを持つクッショングです。これは座った時の加重の強さによって音の大きさや出力される音声が変化します。また、通常のクッションとしても使用できます。

本作品は圧力素子で人が座った強さを A/D コンバータを用いて読み取り、その値をマイコンで処理し SD カードから音声を出力し OP アンプで音声を増幅出力します。

### 3. 特色

ブーッという決まった音ではなく自分の好きな音を座った時に流す事ができ、座る時の加重によって音の大きさが変わります。また、普通のクッションとして本来の使い方で使うことも可能です。

### 4. 展望

今回の作品では 2.3 段階でしか圧力を分類出来ませんでしたが、これをもう少し分類を多くして様々な音や音声を出せるようにしたり、同じ力を入力した時も異なる音声を出せるような機能を組み込んだりしたいと思います。さらに今回は音声でしたが、図や動画などが表示できるようにもしてみてもいいかもしませ

ん。また、このクッションは硬いのでそこのあたりも工夫して座り心地を改良してみたいですね。

### 5.まとめ

本作品を作るにあたって最も重要な点は、圧力素子に入力された値を A/D コンバータで分類する事、そしてそれに応じて SD カードから音声データを読み取りスピーカーから出力することでした。企画段階では時間も有りそんなに無理ではないだろう、と楽観視していたのですが、SD カードからデータを読み取る事が考えていたよりもかなり難しく、時間を食ってしまいました。さらに読み取ったデータを A/D コンバータで分類するところも予想通りにはできずそのせいで全体的に時間の余裕がなくなり、最後の方はかなりスケジュールがきつくなってしまいました。今後このように計画を立ててものを作るときには注意していきたいところです。

このように長い期間をかけて自分達が一から作品を作ったのは初めての経験なので不安もありましたが、皆が熱意と目標を持って行動することによって当初の企画通りの作品ができました。これは自分達にとって非常に良い経験でありこれから自信に繋がると思います。

### 6. 参考資料

[1]エレキジャック BASIC No.1

2010 年 9 月号,CQ 出版社

[2] 8 ピン IC で作る SD オーディオ・プレーヤ

[http://elm-chan.org/works/sd8p/report\\_j.htm](http://elm-chan.org/works/sd8p/report_j.htm)

[3] 「電子工作」のキホン（イチバンやさしい理工系）

著：小峯 龍男,SoftBank Creative

書いた人：山岸 大騎

# beatmaniaIIDX 用 ゲームコントローラー制作

## はじめに

2011/03/07 に、KONAMI から発売されていた beatmaniaIIDX 専用コントローラー（以下、専コン）が生産終了となりました。これに伴い、新規ユーザーが専コンを新しく購入することができなくなったので自作してみる事にしました。ついでに式寺の上達も目指します



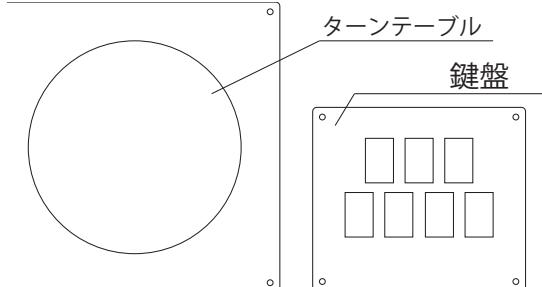
## 仕様

- ・beatmaniaIIDX 専用コントローラー互換
- ・スイッチ：芝商事 A-5 , A-6
- ・ターンテーブル：自作歯車 +omron フォト・マイクロセンサー
- ・ターンテーブル下部 LED の色変更可能

## 仕様の決定

beatmaniaIIDX のコントローラーは、図のように 7 つの鍵盤を模したスイッチに、ターンテーブル一枚という構造になっています。スイッチに関してはこれといって問題はありませんが、ターンテーブル部分は回転の検知が必要になります。

まず、このターンテーブルの回転情報がどのような形式でゲーム機本体に送られているかを調べるために、同じ部の TAIC 氏から専用コントローラーを借りて、データを採取するためのボードを制作しデータの内容を調べました。



PlayStation のコントローラーおよびメモリーカードは、ACK 付きの SPI 通信なので、マイコン等で簡単にデータを読み書きすることができます。

・・・が、私の適当に書いたコードでは専コンのデータをいまいち正しく読み取る事ができませんでした。（Sony 純正コンなら大丈夫なんだけどなあ・・・）ただ、各スイッチ等のデータ部は読み取れたようです。これによるとターンテーブルはアナログ値などをやり取りしているわけではなく、右回転ビット・左回転ビットがそれぞれあり、回転するとどちらかのビットが立ち、停止していると両方のビットが落ちるようになっているようです。

次に、回転検知についてですが、デジタルかつ回転するものを入力すると言ったらロータリーエンコーダーを使う一択だと思います。しかし、パルスが 50P/R ほどあるエンコーダーは 2000 円を超える高額商品なので、今回は歯車とフォトセンサーを利用して自作のエンコーダーを作ろうと思います。

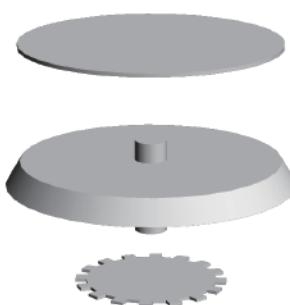
## 筐体制作

スイッチについては、芝商事様にて A-5 を購入。これは言うまでもないですね。買うだけです。

その他パネルやターンテーブル等はアクリルをレーザー加工して制作しました。

ターンテーブルの軸棒はアルミ丸棒を MonotaRO で購入、旋盤加工して制作しました。

また、ターンテーブルの軸受けには NTN のスラスト軸受を使用しました  
それらをマウントする箱は、ホームセンターで適当な木材を買って箱型に組みました



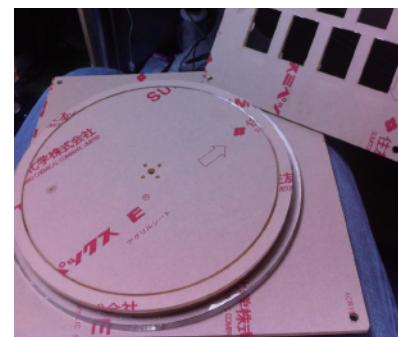
ターンテーブル図



旋盤加工の様子



スイッチを素組したもの



レーザー加工したアクリル

## 基板制作

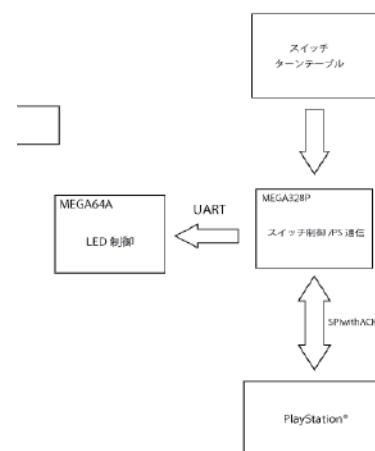
ある程度外側が出来てきたところで、内部の基板設計を行います。

基板は、スイッチ監視・SPI通信をするモジュールと、それから通信を受けてLEDを制御するモジュールの2つに分けて設計します。

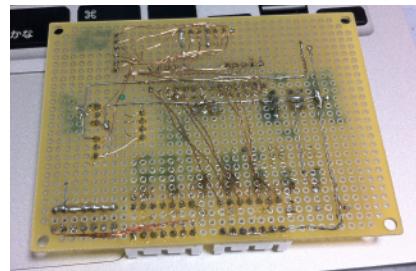
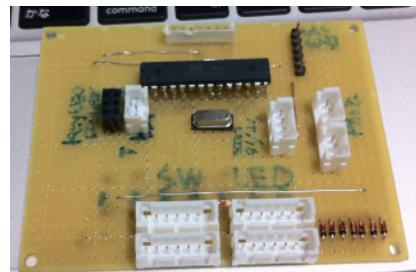
スイッチ/SPI通信基板について、処理自体は大した量は無いのですがピン数の都合で ATmega328 を使っています。別に同じピン数の ATmega88 でも良いのですが、余っていたので:p

LED制御の方も、駆動するLEDの数的に ATmega64 になりました。

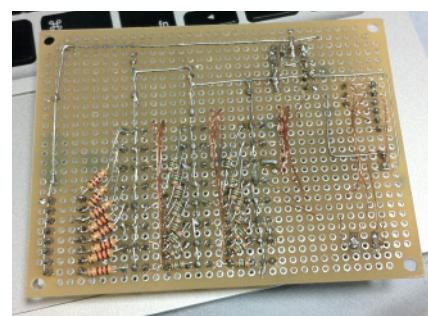
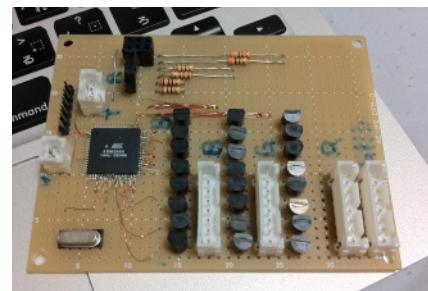
単純に出力の数なら、ロジックICを使ってポートを擬似的に増やせば問題はありませんが、今回はソフトPWMする予定だったのでモタモタ他のICと通信している暇はありませんでした。



こちらが、スイッチ監視・SPI通信モジュールの試作基板です。  
写真を載せていて恥ずかしくなる配線ですが、(枚数稼げないので・・・)  
後に基板化する予定だったので適当に作りました・・・  
表面中央上に見えるのが ATmega328 で、その下にはクロックとして外付け 20MHz 水晶発振子がついています。  
右上のピンヘッダが ISP デバッグピンで、上の白いコネクタは PS へと伸びる信号線です。あとはスイッチやターンテーブル用のコネクタが出てきています。



こちらは、LED の制御モジュール試作機版です。  
こちらもアレな配線ですが・・・  
左の QFP パッケージの IC が ATmega64 です。今回は、この大量にあるピンのうち 25 本を LED 制御に使いました。  
中央にあるトランジスタ群は 2SC1815 です。マイコンでフルカラー LED を 8 個（普通の LED24 個）直接ドライブするのはよろしくないのでトランジスタでスイッチしています。  
本当は、8x3 というキリのいい数字だったので、フルカラー LED のスイッチはトランジスタアレイを使いたかったのですが、カソードコモンのフルカラー LED に NPN トランジスタアレイ（秋月に売ってる奴。エミッタコモン）は使えないと思いディスクリートで使ってています。今回は試作ボードだったので、LED 電流制御は行なっていません。  
誰か、NPN アレイでもカソードコモンの LED を制御できるウマい方法を、もしくは使えそうな IC をご存知の方は、後でこっそり教えて下さい。



## あとがき

すいません力尽きました  
本当はソフトの説明もしようと思ったのですが（後、自作ロータリーエンコーダーの説明・・・）、大したことはしていないので電子工作好きなみなさんはわかってますよね・・・？ PS コントローラーの通信については、詳しい文書がネットに落ちてます（ps\_jpn.txt で検索すると、きっと幸せになれるよ）  
と、無事に完成したかと思ったのですが・・・時間が経つと、自作ロータリーエンコーダーのセンサー部分がズれて正常なグレイコードを吐き出さなくなったりして大変な事になっています。  
と、いうことなので式寺は全く上達していません。  
調布祭までには直して、皆さんに BMS だの CS エンプレスだのをプレイして頂ければと思っています・・・

## 高感度ポップンミュージック用ボタンの自作

(※ 1., 2.は自作ポップンボタン製作背景をg d g d書いただけです。作り方と性能はよ！という方は読み飛ばしてください。)

## 1. 製作理由

家庭でポップンミュージックをアーケードスタイルでやりたい！でもコナミ純正ポンポンコントローラは高い！ボタンだけ買って自作すれば安い？そもそもパソコンの何が高いって、ボタンが高いんだよ！9個買ったら余裕で万円いっちゃうよ！そんなお金ないから困っているんだよ！

…と、そういうわけで、市販のボタンが高いのなら、安く作ってしまえばいいじゃないってな感じでポップン用ボタンを自作しました。

## 2. 自作ポップンボタンの歩み

「ポップンコントローラ 自作」でググると、いろんな人がポップコンを自作しており、その作り方を紹介しています。大体は、100均のプッシュライトの中のボタンに細工をし、プッシュライトをポップン用ボタンに改造するというもので、うちの自作ポップコンも当初はそれを参考に作っていました。しかし、とにかく感度が悪い。ちゃんと押さないと反応しない。むしろちゃんと押しても反応しないときがある。いくら安くてもこの感度じゃアカンということで、ポップンボタン第二世代の開発に着手。

また google 先生に頼って情報収集。そして、100 均のプッシュライトの中にアーケ

F J T

ードコントローラ用ボタンを仕込んでいる人を発見。早速製作。完成。第一世代より格段に感度がアップ。低難易度の譜面ならば苦も無くクリアできるようになった。しかし、高難易度の譜面で問題発生。斜め押ししが反応しない。100均のプッシュライトは正規のポップンボタンよりもボタン面積が小さく、斜め押ししが反応してくれないと高難易度の譜面についていけない。あと、プッシュライトの蓋と中に仕込んだアケボタンが、叩くごとにガチャガチャ鳴ってうるさい。

というわけで、プッシュライトのボタン部分のどこを触っても反応するほどの感度と、叩いた時の静穏性を向上させるべく、第三世代の開発に至った。

ここから本編

A horizontal row of 15 small, dark grey downward-pointing arrows, evenly spaced across the page.

### 3. 作り方

#### ◆ 用意するもの

- ・ ダイソーの「3LED プッシュライトミニ」  
×9
  - ・ セイミツ製 24φ押しボタン・スケルトンタイプ×9 (※ スケルトンタイプである理由は、ボタンのストロークが長いからです。ボタンのストロークが長いければ差込式だろうとネジ式だろうと他社製だろうとなんだっていいです。ただし、ストロークが長いタイプのボタンでもたまに短いものが混じっているので注意。)
  - ・ ニッパーとかドライバーとかホットボ

### ンドとかいろいろ工具

- 24φの穴開けられる工具とか
- 導線とか
- 厚さ1mm~2mm程度、直径アーケード用ボタンより少し大きい程度の円盤状のもの×9

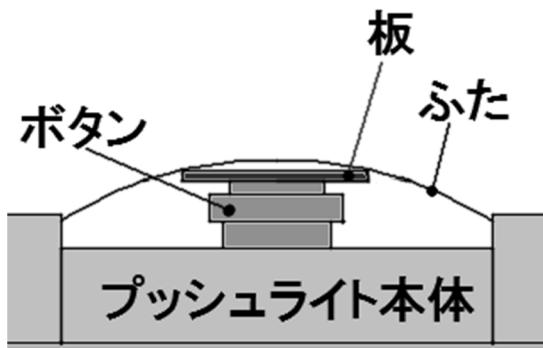
### ◆ 高感度静穏化の原理

アケボタンとふたがぶつかってガチャガチャうるさいのなら、アケボタンとふたの間に板仕込んで隙間を少なくすればいい。板仕込めば、ふたとアケボタンとの接触領域も広くなって感度が増す。

### ◆ 製作手順

- ① 3LED プッシュライトミニを分解する。
- ② 3LED プッシュライトミニの LED を基盤ごと取り除く。
- ③ LEDを取り除いたプッシュライト本体の中心に穴をあけ、アケボタンを差し込む。
- ④ アケボタンに薄い円盤状のものを張り付ける。(私は、部室に落ちていた薄い板状の何かを、鉄切りバサミで円盤状というか多角形な感じで切り出して、両面テープでアケボタンにくっつけました。)
- ⑤ プッシュライトの側面に導線を通すための穴 or 溝をほる。
- ⑥ 導線をアケボタンにはんだ付けし、プッシュライトの側面にほった穴 or 溝に通す。
- ⑦ プッシュライトを組み立てる。
- ⑧ ポップン用ボタン完成！

断面図はこんな感じ ↓



### 4. 使った感じ

ものすごく感度が良い。ふた部分はどこ触っても反応する。押すというかもう触るだけで反応する。そして静穏性。アケボタンに板を張り付ける前はあれだけガシャガシャうるさかったのが、板をつけたら、パフフというおとなしい音に。そして肝心のゲームプレイだが、大体アーケードでプレイしたときと同じレベルの譜面をクリアできる。しかし、私事態ポップンの腕はたいしたことないので、上級者用譜面での使用感についてはレポートできない。

問題としては、感度が良すぎるがゆえに誤動作が起きる。ふたが少しでも傾けば中のアケボタンが押されてしまう。そしてプッシュライトは100均の製品なので、バリが結構ある。そのバリにふたが引っかかって、誤動作の原因になってしまったりする。もし私の方式でポップンボタンを自作するのなら、バリの除去は念入りにやっておいたほうが良い。

最後に自作ボタン1つの製作代だが、プッシュライト1個100円、セイミツの押しボタンネジ式スケルトンタイプが1個210円なので、導線代とその他のオプション代

を考えなければ、1個310円で済む。私の場合は、ポップンボタンのメンテナンスを容易にする目的で、しっかり繋げられてかつ簡単に脱着できるコネクターとして1個50円のイヤホンプラグとジャックも買ったが、それでも400円ちょっとで済む。この自作ポップンボタンを9個用意しても4000円未満。市販のポップン用ボタンでは安くても1個2000円なのを考えると、この製作代でこの性能は破格と言えよう。

## 5. 今後の展望

実用にはもう耐えうるレベルに到達したので、あとは見た目を頑張る。



# トランジスタアンプの作成

はぐれウナギ

平成 24 年 10 月 30 日

## 1 背景

アナログ回路で良く使われる素子の一つに、オペアンプが有る。この素子は、様々な用途で用いられている。かつては、積分回路や微分回路をはじめとした回路を作成することで演算を行う事に用いられ、現在でも波形の增幅や電気信号の処理などに用いられている。

## 2 目的

積分回路や微分回路等の演算用回路の作成や、電圧の増幅等はオペアンプが無くとも可能である。しかし、実際には多くの場合でオペアンプが用いられている。今回の製作は、オペアンプを使わずにアンプを製作することで、オペアンプが何故使われるのかを理解する事が目的である。

## 3 原理

今回の製作では、オペアンプを使用しないため回路にはトランジスタを用いる。電圧の増幅のために電流帰還バイアス回路を用い、電流の増幅のために、トランジスタをエミッタフォロワで用いる。

### 3.1 電流帰還バイアス回路

図 1 の回路が、今回使用する電流帰還バイアス回路の回路図である。バイアスの安定化のためにこの回路が用いられる事が多い。この回路では、R4 はエミッタ抵抗として、Ib の増加を抑制し電流の増加を抑える働きを持つ。R1 と R2 は、バイアス回路である。R1 と R2 によって分圧された電圧が、トランジスタのベースにかかるバイアス電圧となる。本来この回路には、抵抗 R4 に並列にコンデンサが接続され、エミッタ側のインピーダンスを交流の際に無視できるようにし、ゲインを確保するが、今回は計算の手間が増えるため無視をする。

### 3.2 エミッタフォロワ

図 2 の回路が、今回使用するエミッタフォロワの回路図である。エミッタに接続された抵抗が、負帰還の作用をするため、ベースにかかる電圧から電圧降下の値を引いた値がエミッタの電圧値となる回路である。

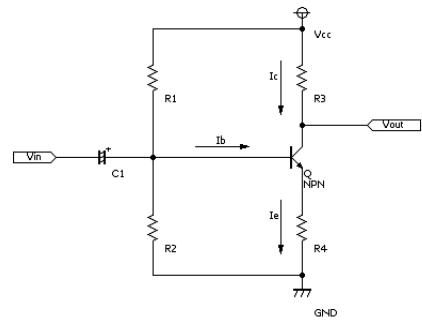


図 1: 電流帰還バイアス回路

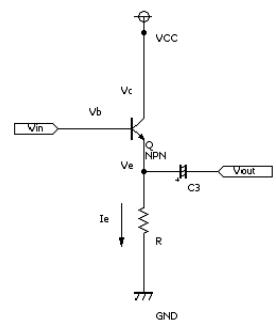


図 2: エミッタフォロワ

## 4 設計手順

図3の回路図は、今回製作する回路である。抵抗とコンデンサの値の選定を行う。まず、電源には12Vを使用する。

コンデンサは、C1,C2共に結合コンデンサである。このコンデンサは、バイアス電圧をカットするために接続されているものである。このコンデンサの容量は、入力信号の周波数において、他の素子のインピーダンスと比較してコンデンサのインピーダンスが十分に小さな値となれば良い。式(1)に値を代入し、条件を満たす値に決定する。ただし式内の $f_{min}$ は、最低周波数を示し、今回は20Hzとした。今回の回路では、コンデンサの値はC1,C2共に10μFにする事に決定した。

次に抵抗の選定を行う。まず、R5の値を決定する。今回の回路は、ベース電圧に6Vがかかるように設計します。また、抵抗を流れるバイアス電流は20mAとします。ベース部には、6Vがかかるので、エミッタには5.4Vかかります。 $5.4V/20mA = 270$ となるので、R5には270を使用しました。次に、エミッタに流れる電流から、ベースに流れる電流を決定します。今回用いたトランジスタはGRランクの2SC1815なので、 $h_{FE}$ は300とします。ベース電流は0.06667mAとなります。経験則として、ベース電流の10倍以上はベースバイアス回路に流さなければならぬと分かっているので、抵抗R3には0.66667mA以上の電流が流れなければならない。そのため、抵抗R3に流れる電流を1mAとする。すると抵抗R4に流れる電流も1mAとなる。エミッタ電圧は、大きな値をしてしまうと増幅可能な範囲が小さくなってしまう。今回の回路では、安定性が下がるがエミッタ抵抗にかかる電圧を1.2Vとする。 $R4=1.2V/1mA=1.2k\Omega$ 。このR4とR3の比で電圧増幅度を決定できる。今回は増幅度を8とし、R3には10kΩの抵抗を用いた。エミッタ電圧が1.2Vなので、ベースには1.8Vをかける必要がある。分圧によって、ベース電圧に1.8Vをかける事から、エミッタフォロワ回路のときと同様に計算を行い、 $R1=300k\Omega$ 、 $R2=54k\Omega$ と求められた。これで抵抗の値の選定が終わった。

$$C > \frac{1}{2\pi f_{min} R} \quad (1)$$

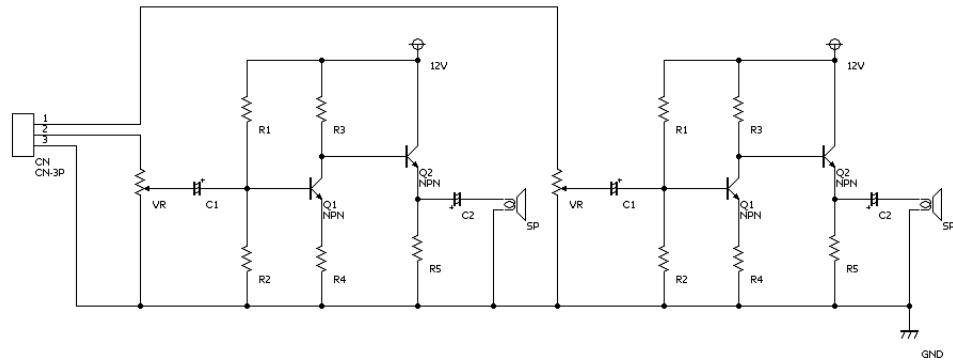


図3: トランジスタアンプの回路図

表 1: 素子の値

記号	値
R1	300k( )
R2	54k( )
R3	10k( )
R4	1.2k( )
R5	270( )
C1	10 $\mu$ (F)
C2	10 $\mu$ (F)
Q1	2SC1815(ランク GR)
Q2	2SC1815(ランク GR)

## 5 考察

### 5.1 回路の評価

製作した回路で実際に音を聞いたところ、音量は確かに大きくなっていた。しかし、出力波形は振幅 4.8V を超えると波形がクリップした。部品点数も、右と左それぞれで抵抗が 5 つと電解コンデンサが 2 つ、トランジスタが二つとかなり多く、電源電圧も 12V と、高めの電圧を用意したにも関わらず、振幅が 5V 以下となった。また、波形にも多少のノイズが付いていた。電流帰還バイアス回路のエミッタ抵抗に並列にコンデンサを入れていない事もあり、十分なゲインが確保できておらず、音質も悪かった。增幅回路として質の良いものとは言えない回路が出来上がった。

### 5.2 オペアンプとの比較

今回の実験では電流帰還バイアス回路とエミッタフォロワ回路を用いたが、それらの回路はオペアンプの反転増幅回路とボルテージフォロワ回路と同じ働きをする回路である。反転増幅回路と電流帰還バイアス回路を比較すると、部品点数と設計の手間では、反転増幅回路が圧勝している。エミッタフォロワ回路とボルテージフォロワ回路の比較でも、ボルテージフォロワ回路の方が設計の手間がかからず、また電圧降下を起こさないため、エミッタフォロワ回路よりも良い回路だと分かる。

オペアンプを用いない場合、回路の設計にはトランジスタの  $h$  パラメータの値を考慮に入れる必要があり、設計に多大な手間がかかる。オペアンプは回路設計者の手間を大きく減少させる事が分かった。

## 6 参考文献

鈴木雅臣 (1991) 『トランジスタ回路の設計』 CQ 出版社

# ヘッドホンアンプ作成講習・体験記

中山拓也

私は、夏休み期間の2012年9月11日から12日にかけて電気通信大学で行われた『実践!!オペアンプ回路の設計と製作』という講習会に参加しました。

今回は、この講習会の受講体験記について綴っていきたいと思います。

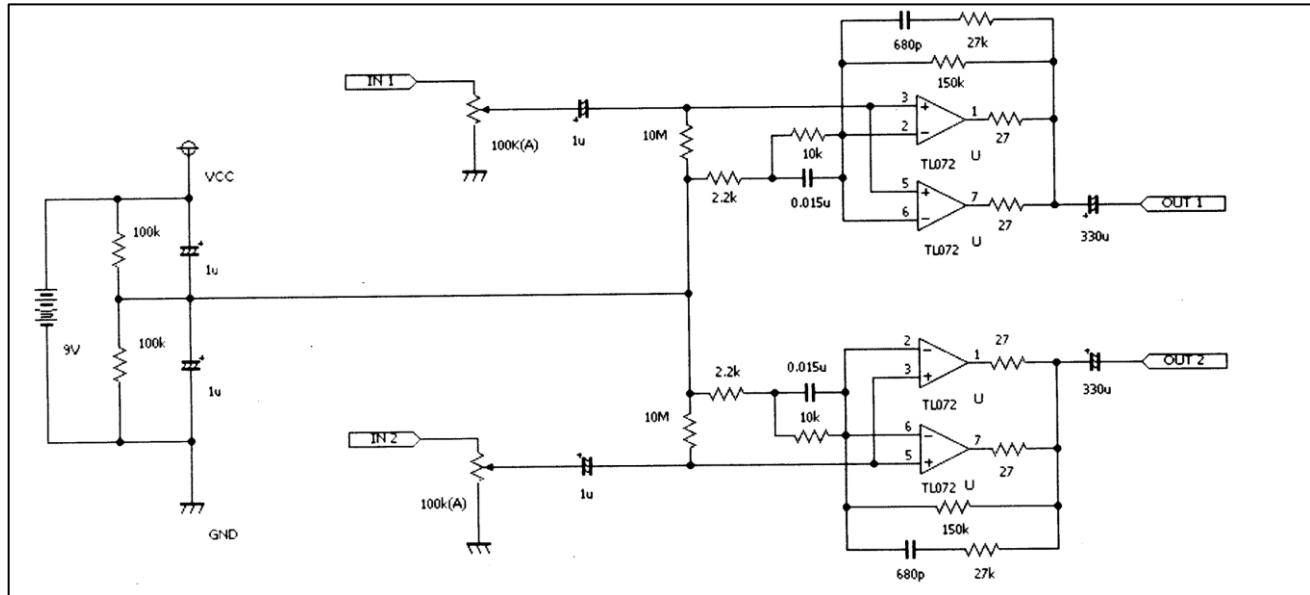
## 1日目:オペアンプ回路の設計

### ・回路作成とシミュレーション

『Multisim』(今回は試用品)を用いて、オペアンプ回路を作成しました。今回作るもののは、高音域と低音域を強調する、いわゆるドンシャリな周波数特性を持ったヘッドホンアンプです。

まず、回路図をシミュレータの画面に入力して、仮想測定器や信号発生器を置いたあとに、シミュレーションを起動して測定結果を表示させました。

PC上で動作チェックをしたり、周波数(音の高さ)の特性を見たりすることができたので、便利だな、と感じました。



### ・プリント基板配線

『PCBE』というフリーウェアを使用してプリント基板のアートワークを作成しました。回路設計の際に作成した回路をもとに、画面上に部品を配置したのち、ラインを配線して、基板(ガーバデータ)を完成させました。

基板配線は今回が初めてでしたが、片面基板に配線をする行為は、パズルのようで結構頭を使いました。また、間違えて配線していないか(短絡がないかなど)を考えながら行った配線であったため、大変苦労しました。

## 2日目・オペアンプ回路の製作

### ・プリント基板の作成

1日目で作成したガーバデータを『Design Pro』というソフトを利用してプリント基板加工機を動かし、基板作成を行いました。

今回は時間の関係上、技術職員の方が基板を作成しましたが、基板の作り方がなんとなくでもわかりました。

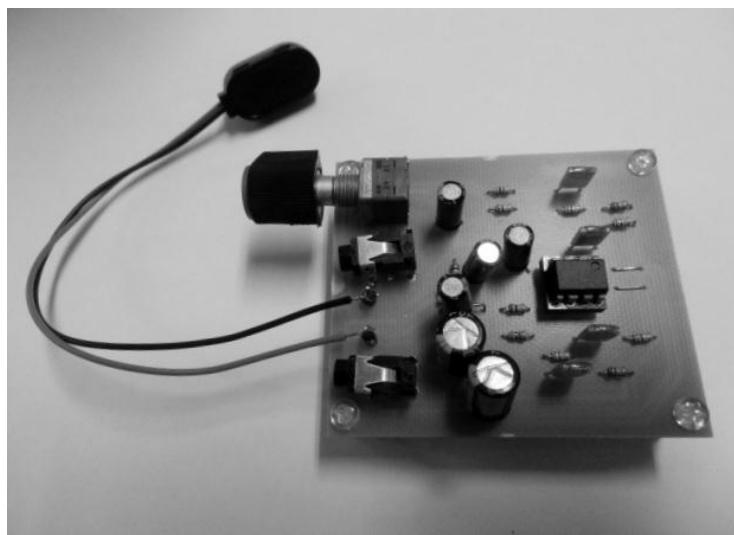
### ・回路の実装

基板が完成したら、いよいよはんだ付け作業です。抵抗やボリューム、コンデンサなどを実装しました。

しかし、ここで問題が起きました。それは、基板にジャックやボリュームを配置したら、ボリュームが動かなかったり、ジャックにプラグを挿せなかったりといったアクシデントが起きました。基板のパターンは変えられないので、部品を浮かせて実装したりなどの工夫をしたので、だいぶ苦労しました。

また、部品の実装を行っても正常に動作しなかったので、間違いを見つけるのにかなり時間がかかり、参加者の中では最後に仕上がりました。やれやれ。

でも、ひと通り完成してよかったです。



## 全体を通して感想

今回、大学で行われた夏休みの講習会ということで参加しましたが、初めてづくりの体験ができて、とてもよい機会だと感じております。回路の作成に関する知識がだいぶ身についたのではないでしょうか。

この機会をもとに、今度は自分で作りたいものを、基板加工も含めて、実際に作ってみたいと思っています。

最後に、講習会に携わった多くの方々に感謝の意を表します。

## 2回目のヘッドホンアンプ作り

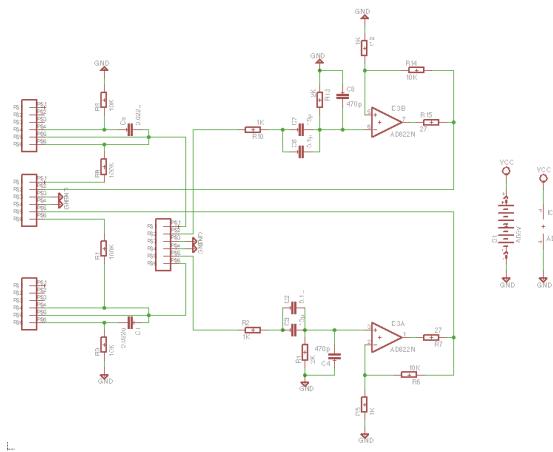
1年 情報・通信工学科 住澤柾秀

### 1. はじめに

前回、電子工作初心者である私は市販のキッドを買い、ヘッドホンアンプ作りを試みました。しかし、できあがったのはノイズがひどい不良品であり、使い物になりませんでした。そこで今回はそのリベンジをかけて新たにヘッドホンアンプを作ろうと思います。

### 2. 概要

今回は、ヘッドホンアンプに簡単なイコライザ機能をつけてみようと思います。（といっても調整できるのは低音の1チャンネルのみ）回路は、イコライザ部分、アンプ部分のそれぞれをネットから拾ってきてつなぎあわせました。

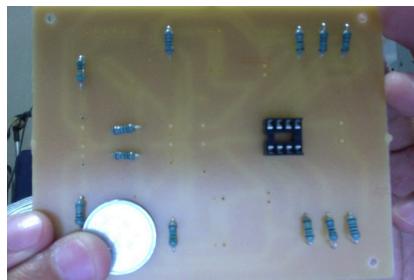


左のほうにある四角いパーツは「ピンヘッダ」です。左上と左下にあるのはイコライザのつまみに、左の真ん中にあるのは入出力、真ん中にあるのはアンプのボリュームにつながります。

また、今回はパソコンソフト「EAGLE」を用いて回路を書き、基盤加工機で基盤を彫りました。

### 3. 作業

作業は 10 月中旬から始めました。日程としては、回路の決定に 2 週間ほど、基盤加工に 1 日、部品取り付けに数週間、その後各種調整となっております。この部報を書いている現在、まだ部品をつけていない段階です。



この写真は、IC ソケットと抵抗をつけただけです。左下にあるのは 1 円玉です。

### 4. さいごに・・・

調布祭までには作業は完成して、物を展示できると思います。よろしければご覧になって下さい。

# アナログシンセサイザーの製作

知能機械工学科 1212075 鈴木 聰

平成 24 年 10 月 28 日

## 1 はじめに

アナログシンセサイザーをつくります。  
目的は、ハンダ付けの練習とアナログ回路の勉強！

## 2 アナログシンセサイザーとは

アナログシンセサイザーはその名の通りアナログ回路によって音を合成し、発生させる装置です。最近のシンセサイザーはほとんどデジタル式のものになっていてアナログのものを見る機会は中々ありませんが、デジタルには作れない独特の厚みのある音が出せるということで未だに根強い人気があります。またアナログシンセにはトランジスタやオペアンプを使った発振回路や増幅回路などアナログ回路の基礎が豊富に含まれていて教材にもぴったりだと思います。

## 3 Analog2.0について

今回製作する Analog2.0 はシンセサイザーの自作キットです。モジュラー式になっていてモジュールを組み合わせることによって様々な音作りを楽しむことができます。またキットの設計上機能の拡張や改造が容易に行えるようになっていていざればオリジナルのシンセサイザーを作ることもできます。今回作成するものには以下のモジュールを実装する予定です。

VCO (オシレーター)  
VCF (フィルター)  
VCA (アンプ)  
LFO (低周波発振器)  
EG (ADSR エンベロープジェネレータ)  
ミキサー  
ノイズジェネレータ

各モジュールの働きを簡単に説明すると VCO で波形と音程を作り、VCF で波を削って音色を作り、VCA で音量を決めます。LFO はかけるモジュールによってビブラートやトレモロの効果が得られます。EG は音の立ち上がり (Attack) や減衰 (Decay) などを調整します。ノイズジェネレータはホワイトノイズとピンクノイズを発生させることができます。

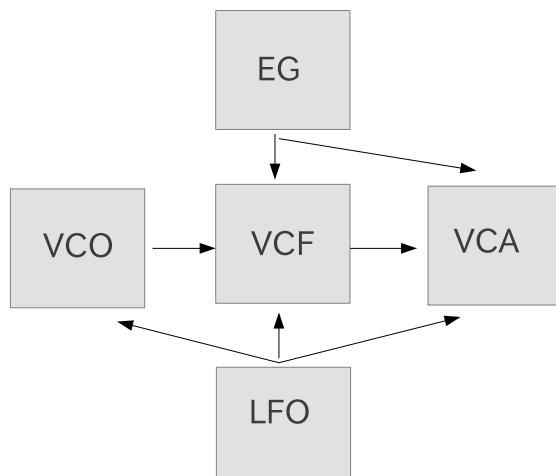


図 1: 各モジュールのブロック図

## 4 現状と今後

現段階で電源、ノイズ、VCA まで完成しました。今年度中に全てのモジュールを揃えるのが目標です。

## 参考文献

- [1] 岩上直樹『達人と作るアナログシンセサイザー自作入門』(ラトルズ)
- [2] Analog2.0 公式サイト <http://gaje.jp/analog20/>

# 1/10 サイズでの装甲列車の製作

知能機械工学専攻修士 1 年 加藤 修一

## 1. 緒言

近年、鉄道模型の一規格である 5 インチゲージが大衆にも広まり、ほんの一部の人の趣味から変わりつつある。今回はその流れに加担したいと思い、また更なる可能性を求めて製作を行った。レールの幅が 127mm 以外規定は全くない。Fig.1 にはおよそその最大寸法を載せる。

また、後輩からの七夕の願いもあったため製作を行った。つまるところ、俺は悪くない。

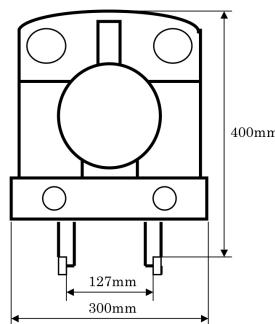


Fig.1 Outline of 5-inch gauge model

## 2. 設計

### 2.1. 初期設計

今回は、戦車のラジコンを渡されてそれに基づき、どのような車両のタイプがよいかの選定を行った。

砲塔が戦車のような形であること、1両で形になる、つまり複数両が必要でないという条件から、ドイツの走行列車 Nr.51 という車両をタイプとして、縮尺 10 分の 1 で設計を行った。Fig.2 は Nr.51 の参考画像で、トランペッター社<sup>1)</sup>より販売されている同車両の模型の箱絵である。



Fig.2 Nr.51

Fig.3 は後輩から提供を受けた戦車の模型である。無線で 2 つのモーターを動かし、左右のキャタピラと、砲の発射を行うことが出来る。今回は、砲の発射機能、砲塔の旋回に無線を用いることとした。

そして、描いた図面が Fig.4 である。



Fig.3 RC Tank

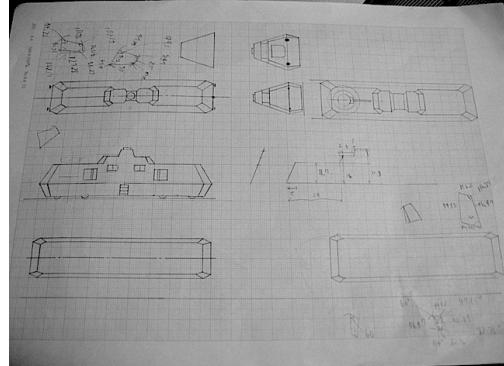


Fig.4 Sketch of armored train

### 2.2. 詳細設計

ほとんど詳細に設計することはなかった。ただし部品ごとに必要があったので、砲台の高さと、車体高さを合わせるための高さ方向の設計と走行が可能なように動力台車の設計を行った。

動力台車は、今回は製作期間を短くするため、タミヤ社のギヤボックスを用いた。

## 3. 製作

### 3.1. 砲塔

砲塔は回転しなければならない。そこで簡単に回転させる方法として、中心軸を設けて台車を履かせてやることで、回転するようにした。1 輪に動力を組み込みコントローラーから操作できるようにした。

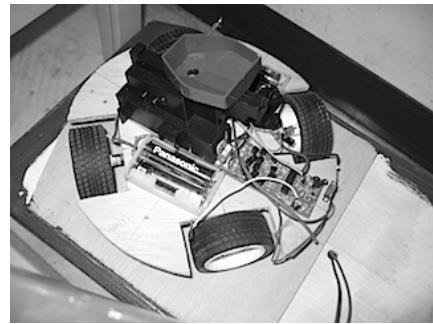


Fig.5 Gun turret

### 3.2. 車体

今回、車体は廃材を利用するため、すべて2.3mm木材を用いて製作を行った。いわゆる張りぼてであり、カッターで切断し、エポキシ樹脂で貼り合わせる構造としている。

整備性を考え、車体に存在するハッチは出来る限り、開くようにしている。

### 3.3. 台車

人が全く乗らないということから、車体は3~5kgでないかと予想された。そこで、ほとんど剛性を考えなくてよいことから、2mm鉄板をベースとして、そこに部品配置を行う方式を取った。

また、台車にはサスペンションの機能が必要とされる。そこで、軸受けの取り付け部にゴムシートを挟んでやることで、段差を吸収出来る用にしている。

車輪についても、自分で製作を行った。



Fig.6 Bogie

自走も出来るように、タミヤ社のハイスピードギヤボックスと、ハイパワーギヤボックスの2種類を組み込んでいる。これにより、走行抵抗は増えるものの、速度を2種類から選ぶことができる。

### 3.4. 塗装

偶然にも似たような車両が出ている、同人ゲーム「とつげき！人間戦車 ALTeR」<sup>2)</sup>の装甲列車トーラをまねて緑色に塗装した。



Fig.7 Thora the human tank<sup>2)</sup>

### 4. 完成

完成した車両の写真がFig.8である。白黒でもわかりやすいよう、下地塗装時の写真を掲載する。砲塔が足りないため、片方はふさぎ板で塞いだ状態にしてある。

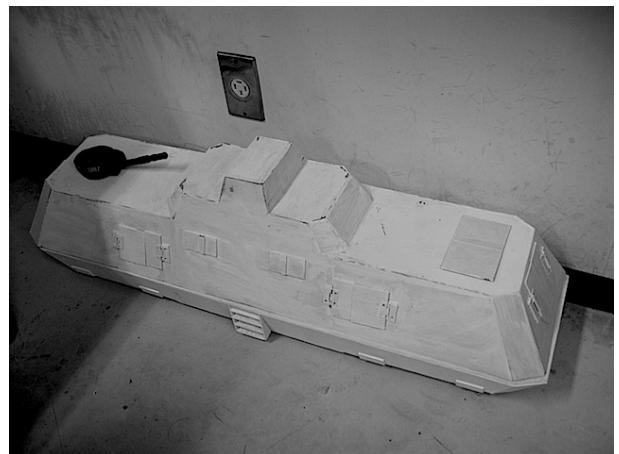


Fig.8 Finished product

今回、5インチゲージサイズでの装甲列車の製作を行い、5インチゲージサイズでも、およそ30,000円程度で射撃が可能な模型を製作することが可能であることが分かった。

### 5. 今後の予定

今回、完成したものの改善すべき点があるので報告する。

- 砲塔設置部が平らでないため、動車輪が浮き上がりてしまい、旋回できないことがある。動車輪部に死重を与える必要がある。
- 連結装置を与えていないため、回送時10km/h、自走時1~4km/hという性能を確認できていない。
- 偶然、似ている車両である装甲列車トーラには、シンボルとなる頭がついているが、再現できていない。以上が、調布祭までに改良を考えている点である。

### 6. そして…

この世界に生きる  
すべての人間戦車へ…

その手の短小銃に  
銃弾を込め…

手榴弾の信管に点火し…

高射砲の照準を定めよ

諸君らの敵は  
目の前にいる

引き金を引け  
敵を殲滅せよ

諸君等の敵は、目の前に…

### 参考文献

- 1) Trumpeter ホームページ  
<http://www.trumpeter-china.com/>
- 2) 焼肉万歳：とつげき！人間戦車 ALTeR, 焼肉万歳, (2008)

# 整数計画法を使って数独を解こう

ワキタ

こんにちは、ワキタ (P.N) です。実はこの歳になって初めて部報を書きます。今回は「整数計画法を使って数独を解こう」をテーマに部報を書きたいと思います。ちなみにこれは実験の課題です。

## 1 SCIP とは?

「Solving Constraint Integer Programs」略して SCIP というそうです。読みは「スキップ」です。整数計画問題を解くためのフレームワークを提供し、同時に、整数計画問題を解くためソルバーとしても使用出来るそうです。変数と制約条件を入力すれば答えが出てきました。今回はこれを使って数独を解いてみたいと思います。

あと、SCIP のライセンスはドイツのコンラート・ツーゼ研究所 (ZIB) というところにあるそうです。商用せず、かつ、学術的な用途で用いる場合はただで使っていいですが、商用にしたいならば ZIB 側に交渉するべしみたいなことが Web ページに書いてありました。

SCIP の Web ページ:<http://scip.zib.de/>

## 2 とりあえず SCIP を使ってみる。

まずは簡単な問題で SCIP を使ってみたいと思います。テキストそのままですが、

- レイモンド・M・スマリヤン(著)、市場泰男(訳)2004年

「こんどは論理の問題じゃ」と白の女王様が言いました。「赤の王様が眠っていらっしゃる時は、王様が信じなさることは全て間違っている。つまり本当のことではないのじゃ。けれども、王様が目を覚ましていらっしゃる時は、信じなさることはすべて本当なのじゃ。さて、昨日の晩のぴったり 10 時に、赤の王様は、今ご自分も、赤の女王様も、眠っていらっしゃると信じていた。ではその時、赤の王様は眠っていらっしゃったか、それとも目を覚ましていらっしゃったか、どうじゃ?」

この問題を整数計画問題として SCIP で解きます。そのため 0 と 1 を取る変数  $x, y$  を定め、次の解釈を持つものとします。

$$x = \begin{cases} 1 & (\text{赤の王様は眠っている}) \\ 0 & (\text{赤の王様は起きている}) \end{cases} \quad y = \begin{cases} 1 & (\text{赤の女王様は眠っている}) \\ 0 & (\text{赤の女王様は起きている}) \end{cases}$$

この解釈の上で  $x$  と  $y$  が 0、1 のどちらの値を取るかを考えます。ここで、 $x + y$  の値を考えると、これは 0、1、2 のどれかの値を取るため、

$$x + y = 0, 1 \Leftrightarrow (\text{王様は間違っている。}) \quad (1)$$

$$x + y = 2 \Leftrightarrow (\text{王様は正しい。}) \quad (2)$$

といった関係が導き出せます。ここから、

$$0 \leq x + y \leq 1 \quad (3)$$

$$2 \leq x + y \leq 2 \quad (4)$$

という式が成り立ちます。このような式を満たす  $x, y$  を見つければ赤の王と赤の女王が起きているか眠っているかが求まるため、以下の式が成り立ちます、

$$2 - 2x \leq x + y \leq -x + 2 \quad (5)$$

これを SCIP を使って解いてみたいと思います。SCIP に入力できる形式で書いたファイル Prob.lp を作成しました。以下が Prob.lp に記述した内容です。

```
ソースコード 1: Prob.lp
Minimize
    objective: x
Subject To
    constraint1: 3 x + y >= 2
    constraint2: 2 x + y <= 2
Binary
    x
    y
End
```

以下が Prob.lp 実行結果です。

```

SCIP> optimize
feasible solution found by trivial heuristic, objective
value 1.000000e+00
presolving:
presolving (1 rounds):
2 deleted vars, 2 deleted constraints, 0 added constraints,
2 tightened bounds, 0 added holes, 0 changed sides,
0 changed coefficients
0 implications, 0 cliques
transformed 1/1 original solutions to the transformed
problem space
Presolving Time: 0.00

SCIP Status      : problem is solved
[optimal solution found]
Solving Time (sec) : 0.00
Solving Nodes     : 0
Primal Bound      : +1.00000000000000e+00 (1 solutions)
Dual Bound        : +1.00000000000000e+00
Gap               : 0.00 %

SCIP> display solution

objective value:          1
x                  1
  (obj:1)

```

よって、王様は1、女王様は0、つまり、王様は眠っていて女王様は起きている、ということですね。

### 3 整数計画法を使って数独を解いてみよう

さて、整数計画法を使って数独を解いてみましょう。まず、変数を設定します。

$$x[i,j,k] = \begin{cases} 1 & (\text{上から } i \text{ 番目、左から } j \text{ 番目に数字 } k \text{ が入る。}) \\ 0 & (\text{上から } i \text{ 番目、左から } j \text{ 番目に数字 } k \text{ が入らない。}) \end{cases}$$

次に制約条件を書きます。数独を解くための制約条件は5つあります。

**第 1 の制約** 各マス目には数字が 1 つしか入らない。

**第 2 の制約** 各横行には各数字が 1 度しか現れない。

**第 3 の制約** 各縦列には各数字が 1 度しか現れない

**第 4 の制約** どの  $3 \times 3$  のブロックにも、各数字が一度しか現れない。

**第 5 の制約** すでに数字が入っているマス目にはその数字を入れる。

以上の制約を書いた入力ファイルを SCIP に読み込ませます。制約条件は全部で 1000 行とかになるし、同じような条件の繰り返しなのでプログラムで出力しましょう。

とりあえず数独は解けたのでこの調子でレポートを仕上げたいです。

# 小中学生向けに電子工作教室を開いてみた

先進理工学科 2 年 皆川太志

## はじめに

小中学生...。それは数多の工研部員によって恐れられている存在。その純真さ故、我々の血と汗と涙の結晶<プライド>をたった一言で粉碎する能力を持つ——。

そんな彼らを笑顔にして欲しいと、目黒会に頼まれた。受けて立とう、そう言った。如何にすれば笑顔にできるのか——？彼らの好きなものは...、そうだ、音の鳴るものだ。

というわけで電子ピアノを作ることになりました。

いきなり調布市報に載っちゃいました。運営めプレッシャーかけてきたな....。



図 1 調布市報で宣伝される

## 作品コンセプト

今回の電子ピアノキットは次のコンセプトのもとに作ってみました。

- 演奏していて楽しいこと
- 小中学生でも作りやすいパターン配置

今回の対象は小中学生なので特に作りやすさを重視しました。

## 完成したもの

完成したのは次の図 2 です。同時に 5 和音まで鳴らすことができます。鍵盤ボタンの上の 3 つのボタンを押しながら鍵盤ボタンを押せば 1 オクターブ上げたり下げたり、音色を変えたりできます。

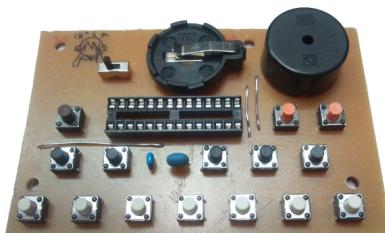


図 2 完成図（部品面）

図 2 のピアノではのっていませんが、実際には IC ソケットに ATMEGA328P、電池ソケットに CR2032 がのって完成です。配線パターンは次の図 3 のようになりました。

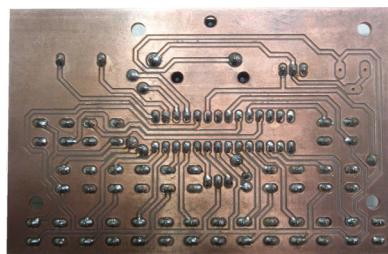


図 3 完成図（配線パターン面）

ここまで來るのに 4 回程バージョンアップしました。最初のロットはパターンが細すぎてかなりハンダ付けが難しかったです。さらに 3 番ロットではダイオードがついているとその分の電圧降下によって、動作に必要な電圧が得られず、動作が不安定になることが判明しました。そこで最終ロットにはダイオードが付いていません。結果的には極性のある部品が一個減ったことと、パターンが太くなったことでかなり作りやすくなりました。今後の新入生講習とかでも使えるかもしれません。

## 工作教室当日の様子

当日の様子です。小中学生ですが、工作は非常に上手かったです。一応事故もピアノの不具合もなく、時間内に全員完成させることができました。



図4 工作教室の様子1



図5 工作教室の様子2



図6 工作教室の様子3

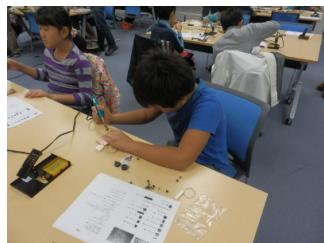


図7 工作教室の様子4



図8 工作教室の様子5

## おわりに

実はこれを書いたのは工作教室の直後という事実...。アンケート結果や小中学生の反応を見ると楽しんでもらえたように思います。協力してくれた人全員に感謝。また、1から全て自分で作ったわけではないけれどおかげで個人的に技術力が少し向上したと思います。本当にありがとうございました。最後にテクニカル先輩、偉大な遺産をありがとうございます。

工学研究部 HP



<http://delegate.uec.ac.jp:8081/club/koken/>

部報 42 号 WEB 版



<http://delegate.uec.ac.jp:8081/club/koken/buhou/buhou41.pdf>

国立大学法人 電気通信大学工学研究部 部報 第 42 号

発行所 国立大学法人 電気通信大学工学研究部  
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1 サークル棟 2 階

URL <http://delegate.uec.ac.jp:8081/club/koken/>  
E-mail [koken@koken.club.uec.ac.jp](mailto:koken@koken.club.uec.ac.jp)

発行 室崎 祐（部長）

編集人 皆川 太志・住澤 梓秀

表紙 河村 大輝

発行 2012 年 11 月 23 日

執筆 工学研究部員