



電気通信大学

工学研究部 部報

平成27年度新歓号

電気通信大学工学研究部 部報

平成 27 年度新歓号

目次

まえがき	2
ミニギターアンプを改造	4
	桑原
改造ペンライト製作	6
	浅賀
レンチンパスタの水が溢れて大変なことになる件	8
	まひる
ストレート方式AMラジオの製作	10
	粟島
オトマトペ	11
	GGE
2SC1815 と 2SA1015 でオペアンプ自作	12
	横田

新入生のみなさん、ご入学おめでとうございます！！

私達は工学研究部(略称 工研)というサークルです。

サークル棟二階にある黄色と黒のシマシマ模様のドアの部屋が部室です。

工研では、マイコン制御、電子工作、機械工作、電気自動車制作、プログラミングなどなど、工学に関することに各々の部員が自由に取り組んでいます。

参加は任意ですが学内や学外の様々なイベントに団体として参加することもあります。

なにか一つでも興味のあることがあればぜひ部室へ来てみてください！

今まで経験したことがない、という人も大歓迎です。知識を持った先輩方が教えてくれます。大学から電子工作を始めた、という部員も数多くいます。

高専出身、経験者の方も大歓迎です。高専から編入してきた学生の部員もいます。その経験、知識をどうぞ活かしてください。
夜間課程の方も大歓迎です。

初心者向けの講習会(電子工作、プログラミング基礎)を行う予定です。興味のある方はぜひ部室を訪ねて部員に聞いてください。

工研では「やりたいことをやりたいときにやりたいだけやる」という考え方で活動しています。

そのための設備はありますし、部員同士で情報を共有して互いに力をつけています。

繰り返しになりますが初心者、経験者問わず工学に興味がある方は大歓迎ですのでぜひ部室に来てみてください！！

活動詳細

正式名称	:工学研究部
部室	:サークル棟 2 階、警告色のドアの部屋
部員	:約 30 人、学部 1 年から院 2 年
部会	:毎週 月、金 18 時から(どちらか参加すれば可)
講習会	:部会後
その他	:兼部可能、

昨年度の活動

ワールドエコノムーブ参加(電気自動車)、ドミネーター制作、コミックマーケット参加、調布祭エレクトロニクスコンテスト参加、鎌倉合宿、電子工作、機械工作、基板加工等

ミニギターアンプを改造

知能機械工学科 2年 桑原圭佑

1. はじめに

こんにちは巷でジジイと呼ばれている者です。前回の部報でタバコの箱型のギターアンプを作ったのですが…性能が貧弱すぎる、というのもノイズが酷いし、電源スイッチが無い、ボリュームも調整できないetc.とあまり実用性のないものとなっていた（コンセプトがタバコの箱に入るというヴィジュアル重視のものだったのであれはあれでいいのですがね）ということで実際にギターを弾いて満足できる最低限の機能を実装することにしました。



図1. 前回作ったギターアンプ

2. 機能

今回もメインとなるオペアンプは LM386 を使用しました。安いし簡単に作れるのでお勧めです。回路自体も見直しノイズの原因となる電源と入力、出力に適当にコンデンサをぶっこみました（コンデンサは偉大）

また音量調節とゲインコントロールのために可変抵抗、on/off 切り替えのためにトグルスイッチ、使うか分からぬが外部スピーカーへのラインアウトを取り付けて完成です（回路図はメンド(ry 時間がなかつたので作ってませんが興味があったら 2014 年 12 月号の部報を参照してみてください。上記の変更点以外は変わってない…はず）

さて問題は入れ物です。地味に基盤自体が大きくなり配線が多くなってしまったのでタバコの箱には入らないし、どうせならインパクトがあるものにして部屋を物色したらこんなものが



図 2.某ダン○一バッテリーの空き箱

丁度良いサイズでインパクトもあることなので今回はこれにしました。また原作の設定にしたがって目を光らせるという追加実装も思いついたので適当にLEDをくっつけて完成です。



図 3.完成したダン○一ギターアンプ

3. 感想とかいろいろ

音色は前回のアンプとほとんど変わらないもののノイズがだいぶ軽減されたので弾く際のストレスはあまり無いです。また小さいアンプなのでボリュームなどのつまみを全開にするとハウリングなども手軽に楽しめます（アンプとしてどうなのかという突っ込みは受け付けません）

さて、この記事を見るのはほとんどが新入生だと思われますがどうでしたか？工研では好きな物を好きな時に作るサークルです。興味があればぜひ入ってきてみてくださいね。

改造ペンライト製作
先進理工学科 2年 浅賀義人

1. 製作背景

工学研究部に今年の1月から入部しました。簡単な物でもいいので何か作ろうと思いペンライトを製作しました。

2. 目的

皆さんはアニソンフェスやアニソンライブに参加したことはありますか？例を挙げるならアニメロサマーライブ、ランティス祭り、アニマックスなどなど様々なイベントがあります。僕自身も去年はアニメロサマーライブ、ラブライブ！5th, AJnightに参加しました。ほとんどの人はキングブレード(RUIFAN JAPAN社製)という乾電池式のペンライト振ります。ですがここぞいう推し曲や高まる曲が流れたとき大閃光と呼ばれるルミカライト(ポキと折るタイプ)を使います。5分しか持たない代わりに大光量のサイリウムです。加えて本体が細い(直径1cm程)なので指の間に入れて両手で8本持つことができます。しかし使い捨てな上に大量消費なので費用がかさみます。そこで既存のペンライトを改造し、大光量で繰り返し使えるペンライトを作成します。

3. 作品概要

今回はヤマト興業製のチアライトというペンライトを使います。価格は900円程です。



図1. 生贊のチアライト



まず本体を回して、中身の電池を取り出し、頭部についている基盤をマイナスドライバーのようなもので除去します。
ついているLEDの中身の金属が切れている方を参考して極性を基盤にメモしましょう。

図2. 基盤

除去した基盤から元からついていた抵抗と LED を除去します。



次に LED 部分を作ります。LED を 4~5 個足を連結して並列にします。目標の電流値が流れるように抵抗を計算して先ほど抵抗があつた場所に新しい抵抗を設置します。最後にショート防止のためにマスキングをします。LED は発光部が外側に向くようにします。

最後に元通り組み立てて完成です。

図 3 LED 部

4. 終わりに

実際使用してみるとかなりの光量があった。LED の発光部をまっすぐにしたままだと筒の中で LED に光が当たりあまり明るくならなかつた。改良点というと信頼性の確保や過熱防止を検知できるようにしたい。



図 4 完成図

レンチンパスタの水が溢れて大惨事になる件

情報・通信工学科 2年 まひる

1 目的

レンチンパスタを作ろうとすると水が吹きこぼれて大変なことになるので原因の究明と対策を考える。

2 概要

レンチンパスタとは、専用容器に規定量のパスタと水を入れ、電子レンジで一定時間加熱するだけでパスタが茹でられるというものであり、すなわち一人暮らしの大学生の強い味方である。

我が家の中の電子レンジの出力が 700W と強すぎるのか、加熱中に沸騰して容器から水が溢れレンジ庫内が残念な事態に見舞われる。吹きこぼれるのはパスタの成分が溶け出した水なので微妙にぬるぬるするし変な匂いするし最悪である。

毎回掃除するのが面倒だし事故を回避しつつ美味しくパスタを食べたいので、本実験ではなんとか上手く茹でる方法を探る。

電子レンジの出力と水の比熱とレンチン容器の体積とかから理論的に求めようと思ったものの、おなかすいたしさっさと食べたいので適当に実験してお茶を濁すことにする。

3 実験手順

まずパスタを入れずにレンチン容器の規定量の水を入れてレンジで 10 分間加熱し、様子を観察した。次に、一食分のパスタを入れた上で同様に規定量の水を入れてレンジで加熱し、様子を観察した。吹きこぼれる直前に加熱を止め、水を捨てずに一分ごとに麺を食べ、食べやすい硬さになるまで確認した。

4 実験結果

4.1 水のみによる加熱の結果

レンチンパスタ容器に規定量の水を入れ、出力 700W の電子レンジを用いて加熱を行った。加熱開始後、4 分で水が沸騰し始め、5 分後には湯気で庫内がよく見えなくなってしまった。その後も沸騰が続いたが、沸騰した水が吹き零れることはなかった。おなかはすいた。

4.2 パスタを加えた状態での加熱の結果

水のみによる実験によって電子レンジの庫内およびレンチンパスタ容器が温まっていたので、電子レンジの扉を開放して冷まし、またレンチンパスタ容器は水道水で十分に冷ました。おなかは更にすいた。レンチンパスタ容器に「ディチェコ No.11 スパゲッティーニ」を入れ、出力 700W の電子レンジを用いて加熱を行った。加熱開始後、2 分ほどで水の表面に白い細やかな泡が発生した。4 分後、水が激しく沸騰し始め、4 分 30 秒後に急速に泡が増え、5 分時点では吹きこぼれそうになつたため加熱を終了した。

麺は加熱終了後 4 分ほどで柔らかくなりはじめ、7 分後ではまだ芯の残った硬さであり、食べやすい硬さになったのは 8 分後であった。9 分後に水を捨て、「キユーピー あえるパスタソース スモーカーサーモンのクリームソース」をかけて食べた。おなかはいっぱいになった。

5 考察

水だけで加熱すると吹きこぼれなかったが、パスタを加えると沸騰後すぐに吹きこぼれることが判明した。これはパスタの成分が水中に溶け出して云々っぽい気がする。

今回は塩を加えずに茹でたが、塩を加えると柔らかくなりやすいと聞いたことがある気がする。微妙に硬かったしちゃんと塩を入れたほうがいい可能性が高い。また、塩を加えることによる沸点上昇があるかもしれないが、こっちは誤差の範囲であんまり関係ないと思う。

加熱終了後から食べごろまで 8 分程度であったが、「ディチェコ No.11 スパゲッティーニ」の標準茹で時間は 9 分であり、これは今回の実験における水が沸騰した時点から水を捨てるまでの時間と一致している気がする。高温の水に浸かっている時間が重要っぽいので、レンチンでは加熱終了後の時間を長めにとったほうがよいと思われる。

6 まとめと今後の展望

塩なしだと 4 分半加熱した後に 10 分待てばちょうど良さそう。次はとりあえず塩入れようと思う。ご飯食べたらねむくなってきた。

ストレート方式 AM ラジオの制作

先進理工学科二年 粟島

1 導入

日常の生活で使えるものを工作したいという思いと音の出るものを作りたいという思いからラジオを制作することにした。目指すものは選局性が高く混信が少ないラジオ、外部からイヤホン等の出力機器を接続しなくてもいいようにスピーカーを内蔵しているものである。

2 ラジオ方式

ラジオには多数の種類がある。今回製作したストレート方式は受信した高周波信号をそのまま検波して得られた信号を低周波増幅するものである。受信した信号をそのまま復調可能なレベルまで増幅するため発振しやすいとされている。スーパーヘテロダイン方式は局部発振回路を利用して得られた高周波信号を 455kHz の中間周波数に変換することで扱いやすい周波数にしてから検波等の処理を行う方式である。他にも再生方式、レフレックス方式等があるが説明は割愛する。

3 ラジオ用 IC

今回はラジオやスピーカー等を箱につめるために回路ができるだけ縮小する必要があったのでラジオ用の IC である TA7792P を使用した。これは一つで AM チューナ、FM チューナの機能を持った IC であり手に入れることも容易である。今回は AM チューナの機能しか使わないが切り替えは簡単に行えるようになっているので AM/FM ラジオの制作もできる。

4 制作について

音量調整するボリューム TA7792P からの信号の入力部と GND を $1 \mu F$ のコンデンサでバイパス

させないとボリュームを回してすぐ発振してしまうため注意が必要である。

5 完成後

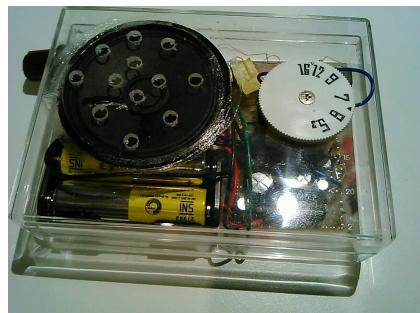


図 1 完成作品

ストレートラジオだが混信はほとんど感じられない。IC の性能の良さが現れているのだろうか。手持ちの市販のラジオと比較しながら感度を試したが、ほぼ同等のレベルで受信しており実用に十分耐えるものになっている。新歓展示中は実物を展示する予定である。

6 参考

1. http://www.zea.jp/audio/icr2/icr2_01.htm [実用的なストレート式 IC ラジオ]
2. ラジオワイヤレス回路の設計製作 鈴木憲次著

オトマトペ

GGE：桑原(知能機械工学科1年), 伊林(知能機械工学科1年)

緒方(知能機械工学科1年), 鈴木(先進理工学科1年)

1. オトマトペとは

音符を模した LED を五線譜上のソケットにはめてスイッチを押すと、その音階を奏でます。LED を適当にはめてみた図が以下の通りです。音符の部分は LED の向きを間違えないためにも、プラスチックのボタンに LED を差し込み音符感を出しました。



2. 開発動機

音楽を習う子供が最初に躊躇するのが、楽譜に並ぶ無数の音符です。楽器で遊べるおもちゃはあるのに、楽譜で遊べるおもちゃってないよね、という事で作ってみました。

3. 回路

回路はマトリクススイッチ回路を用いました。基板上にモジュールを置くことで回路が導通し、マイコンで導通した部分を判断して音を鳴らす、という流れです。蓋になっているアクリル板がペラペラだったので、

そこに穴をあけてソケットをつけ、ナポリタンでソケットを下の基盤をつなげるようしました。すると以下のように、美味しいようになりました。



4. 展望

現段階では、五線譜上に LED を差して、出来あがった楽譜通りの音が鳴る仕組みしかありません。しかも、音の種類も一種類で、ビープ音のみです。今後は、MP3 音声再生モジュールを組み入れる等して音の種類を増やしていきたい考えです。いずれは音ゲーみたいな事が出来たら楽しそう…。

5. 終わりに

読んでいただきありがとうございました。工研に入部してから初めての物作りだったので、中も外も試行錯誤した雰囲気がとても出ました。助言をいただいた先輩方に最大の感謝を込めてもう一度！ありがとうございました！！

2SC1815と2SA1015でオペアンプ自作

横田 嶺

2014年12月

1 はじめに

オペアンプ(演算増幅器)とはその名の通りアナログで演算することのできる増幅器で通常はブラックボックスとして扱います。しかし中身はトランジスタで構成されているのでディスクリートでオペアンプを作れるのではないかと思うか。幸いにも世に溢れているオペアンプICのデータシートには等価回路が記載されています。これを参考に秋葉原で手に入る電子工作で一般的なNPNトランジスタの2SC1815とPNPトランジスタの2SA1015でオペアンプを制作しようと思います。

2 オペアンプとは

オペアンプは主に電圧を用いて演算することができる増幅器です。オペアンプの基本は2入力1出力で入力端子の電位差を増幅して出力することです。これを式で表すと非反転入力端子の電圧を V_+ 、反転入力端子の電圧を V_- 、増幅率 A として出力電圧 V_{out} は

$$V_{out} = A(V_+ - V_-) \quad (1)$$

となります。この理想オペアンプの等価回路を示します。

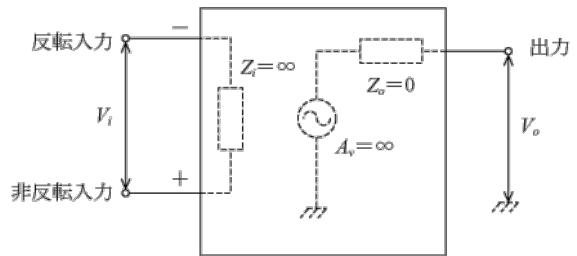


図1: 理想オペアンプの等価回路

ここで理想オペアンプは

- 入力インピーダンス無限大
- 出力インピーダンス0
- 差動利得無限大
- 同相利得0
- 同相信号除去比無限大
- 周波数帯域無限大
- 内部雑音0

などのようになっていますが実際のオペアンプはそれぞれ有限の値を持ちます。

それぞれの回路は割愛しますが外部に抵抗やコンデンサを付けることで加減算や微分積分演算ができます。

3 オペアンプ自作

ここで本題ですが理想オペアンプの等価回路からも分かるように、「差動入力」、「と

ても大きな利得」、「高入力インピーダンス」、「低出力インピーダンス」という方針を立てて設計していきます。

ここで差動入力、高入力インピーダンスを実現するためにトランジスタで「差動増幅回路」を入力段にすることにしましょう。次に利得を稼ぐために「エミッタ接地増幅回路」で振幅を大きくしたのち、出力インピーダンスを下げるために「プッシュプルエミッタフォロワ出力」にしようと思います。

では実際に作られているオペアンプ IC の等価回路はどうなっているのか見てみましょう。

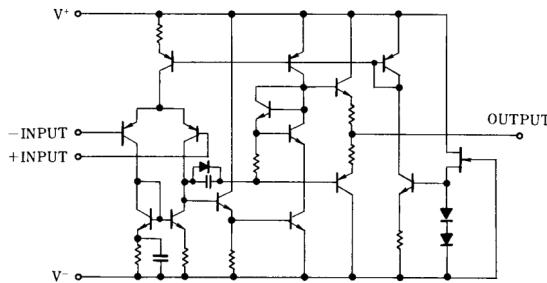


図 2: オペアンプ NJM4580 の等価回路

このオペアンプはオーディオ向けですが汎用でも使えるものです。このままではよく分からないので少し簡略化したものを図示します。

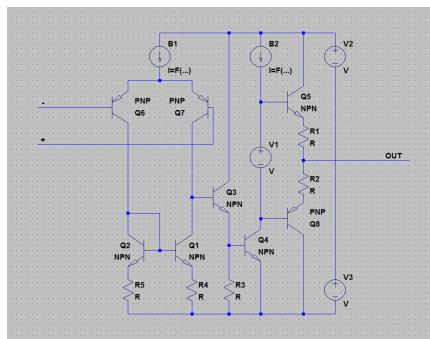


図 3: 簡略化した等価回路

こう見ると「差動増幅回路」、「エミッタフォロワ」、「エミッタ接地回路」、「プッシュプル出力」となっています。間にエミッタフォロワが 1 段入っているのは差動増幅回路の出力インピーダンスを下げ次段の入力容量とローパスフィルタを形成しないようになります。

次にそれぞれの段の構成を考えてみます。

3.1 差動増幅回路

オペアンプの肝とも言える差動増幅回路を考えます。差動増幅回路は定電流源によって 2 つのエミッタ電流の和が一定になるような回路です。2 つのエミッタ電流を I_{E1}, I_{E2} として定電流源の電流が $2I_E$ とするとエミッタ電流の変化分は同じで増減の方向だけが異なる回路になります。

$$\begin{aligned} 2I_E &= I_{E1} + I_{E2} \\ &= I_E + I_E \\ &= (I_E + \Delta I_E) + (I_E - \Delta I_E) \end{aligned}$$

したがってベースエミッタ間電圧 V_{BE} はそれぞれ

$$\begin{aligned} V_{BE1} &= V_{BE} + \Delta V_{BE} \\ V_{BE2} &= V_{BE} - \Delta V_{BE} \end{aligned}$$

となりコレクタ電位は振幅が同じで位相が反転します。ここで $2\Delta V_{BE}$ が 2 つの入力の電位差になりますから差動増幅回路はエミッタ接地回路の半分の利得になります。

差動増幅回路の負荷として接続されているのはカレントミラー回路という定電流回路です。これは両側の電流が等しくなるもので電流源を負荷として繋ぐとインピーダンスが非常に高くなり出力として取り出せる電圧が上がり利得が大きくなります。

3.2 エミッタフォロワ回路

コレクタ接地回路とも言い、電流を増幅してくれる回路です。この場合は出力イン

ピーダンスを下げるバッファアンプとして動作します。

3.3 エミッタ接地回路

お馴染みの電圧を増幅する回路です。こちらも出力インピーダンスが高く電流も小さいため次段にプッシュプルエミッタフォワード回路を付けて出力します。

3.4 プッシュプル出力回路

NPNトランジスタとPNPトランジスタを上下に接続することで出力インピーダンスを小さくします。ベース電位が高いときは吐き出し、低いときは吸い込むという動作をするためプッシュプルと言います。

4 部品の選定

この回路では特性の一致したNPNトランジスタとPNPトランジスタが必要です。今回はNPNトランジスタに2SC1815, PNPトランジスタに2SA1015を用いることにします。

5 シミュレーション

シミュレーションに用いた回路を示します。オペアンプは非常に大きな利得を持っているためそのまま入力に信号を入れただけでは出力を見ることは出来ません。そこで帰還回路を外につけることが必要になります。帰還回路によって全体の利得を調整することができます。ここでは利得5倍の反転増幅回路をシミュレーションしてみました。

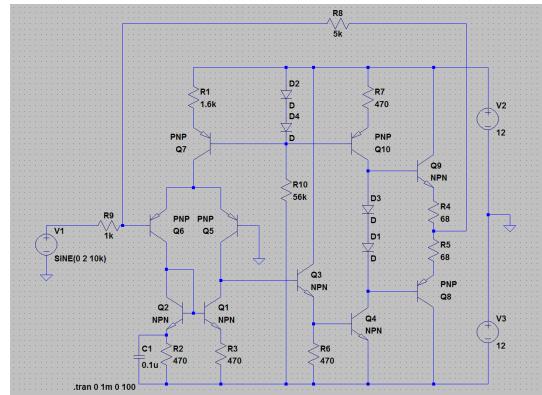


図4: ディスクリートオペアンプによる反転増幅回路

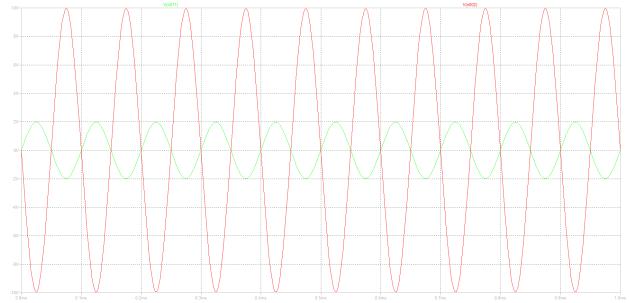


図5: 反転増幅回路の入出力波形

見づらいですが入力 $V_{pp} = 4V$ に対し出力が $V_{pp} = 10V$ で位相が反転していることが分かります。

次に周波数特性をシミュレーションしてみました。

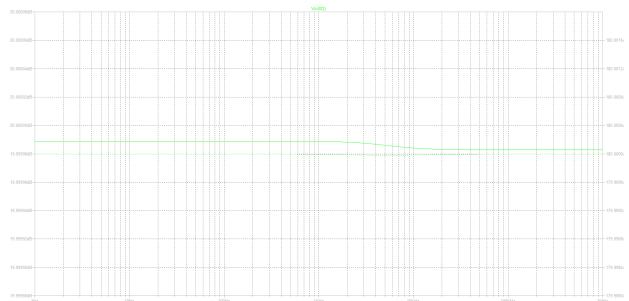


図6: ディスクリートオペアンプの周波数特性

シミュレーションでは理想的な素子を使ったため周波数特性がほとんど変化しない素晴らしいオペアンプが出来てしまいました。私がまだ回路シミュレータ LTspice に不慣れなだけなのですが、トランジスタやダイオード、抵抗のモデルをきちんと作ってやれば現実的な結果が出ると思います。

6 回路作成

この回路とシミュレーション結果を受けて実際に基板をおこしディスクリートでオペアンプを自作してみようと思います。

Coming Soon...

7 感想

私が1年生の頃オペアンプの等価回路を見たとき電流源が含まれていたりトランジスタの使い方も複雑で全然理解できませんでした。トランジスタ回路やそれを構成する半導体のことを学び、等価回路をいくつかに分解することでオペアンプを多少理解することができ感慨深いものがあります。

今回の部報を書くにあたり回路シミュレータを導入してみました。回路シミュレータは以前も使ったことがありますが回路設計に役立てようとしたのは今回が初めてです。使ってみて感じたのはアナログの解析が強力で今回のような複雑なアナログ回路の設計には非常に有用であるということです。マイコンなどのデジタル回路では動作の想像がつきやすいのですが、アナログでは電圧だけでなく電流の変動なども考える必要があり手計算で求めるのが困難な場合シミュレーションが力を発揮するのだなと思いました。

これから基板を設計して実際に作りシミュレーションとの比較をし、オペアンプについてさらに理解を深めたいと思います。

参考文献

- [1] 鈴木雅臣「定本トランジスタ回路の設計」1991,CQ出版社
- [2] 公益社団法人日本電気技術協会ウェブページ
- [3] NJM4580 データシート, 新日本無線

国立大学法人 電気通信大学
工学研究部 部報 平成27年度新歓号

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
E-mail koken@koken.club.uec.jp
URL <http://www.koken.club.uec.ac.jp/>

発行 粟島裕大
編集人 吉村英幸
発行日 2015年4月6日
執筆 工学研究部 部員

