

# 基本回路10選！ブレッドボード実験室

## 補足資料

令和4年1月10日

古橋 武

本稿は、トラ技 Jr. 2022 年冬号（通巻 48 号）の特集記事「基本回路 10 選！ブレッドボード実験室」の補足資料です。紙数の制約で書けなかった各部品の購入先、使い方などを記します。

## ●部品表

表 1: 部品表 (1)

					令和4年1月時点	
部品名	型式	個数	単価	部品別合計金額(円)	購入先	
イヤフォンプラグ (ステレオミニプラグ)	3.5mmΦ	1	50	50	秋月電子通商	
オペアンプ	TL082L-D08-T	1	40	40	〃	
コイル(マイクロインダクター)	3.3μH(10本入り)	1	70	70	〃	
	4.7mH(10本入り)	1	100	100	〃	
	10mH(10本入り)	1	110	110	〃	
コンデンサー (積層セラミックコンデンサー)	2200pF 50V(10個入)	1	130	130	〃	
	0.01μF 50V(10個入)	1	100	100	〃	
	0.1μF 50V(10個入)	1	100	100	〃	
	0.47μF 50V	1	20	20	〃	
コンデンサー (電解コンデンサー)	47μF 25V	2	10	20	〃	
ジャンパーワイヤ	オス-オス セット 60本以上	1	220	220	〃	
スピーカー	8Ω 7W	1	200	200	〃	
ダイオード (ショットキーバリアダイオード)	11EQS03L 30V 1A	1	20	20	〃	
単線ビニール電線 (耐熱通信機器用ビニール電線)	2m×10色 導体径0.65mm 単芯	1	620	620	〃	
抵抗(カーボン抵抗)	100Ω 1/4W(100本入り)	1	100	100	〃	
	200Ω 1/4W(100本入り)	1	100	100	〃	
	510Ω 1/4W(100本入り)	1	100	100	〃	
	1kΩ 1/4W(100本入り)	1	100	100	〃	
	3.3kΩ 1/4W(100本入り)	1	100	100	〃	
	10kΩ 1/4W(100本入り)	1	100	100	〃	
	51kΩ 1/4W(100本入り)	1	100	100	〃	

表 1, 2 は特集記事, および確認テスト解答内で使用する部品のリストです。部品名には一般的な名称とカッコ内に購入先での名称を記します。購入先の Web サイトで検索をかける場合には, 購入先の名称が有効です。単価は令和 4 年 (2022 年) 1 月時点のものです。総額で 2 万 5 千円ほどです。消費税込みです。送料は含まれていません。

オペアンプは TL082CP が記事発行時には秋月電子通商から購入できなくなりました。同等品の TL082L-D08-T が購入できます。また, JK フリップフロップの入手が困難です。筆者の購入実績のあるサイトでは, 共立エレクトロニクス (74HC112, 在庫僅少) と Digikey (SN74HC112N, 送料 2,000 円) が挙げられます。モーターはモーター・ベース (台座のこと) とプリー付きのものがお勧めです。モーター・ベースはモーターの固定に便利です。急加減速制御時にモーターの動揺を押さえてくれます。プリーは 2 個のモーターの機械的連結に便利です。秋月電子通商で販売されている同タイプのモーターには残念ながらモーター・ベースとプリーが付いていません。

表 2: 部品表 (2)

					令和4年1月時点	
部品名	型式	個数	単価	部品別合計金額(円)	購入先	
抵抗 (半固定ボリューム)	500Ω	1	30	30	秋月電子通商	
	1kΩ	1	30	30	"	
	50kΩ	1	30	30	"	
	100kΩ	1	30	30	"	
デジタルIC (ロジックIC)	TC74HC112APもしくはSN74HC112N もしくは74HC112(JK-FF)	2	66	132	共立エレクトロニクス, Digikeyなど	
	TC74HC04AP(NOT)	1	30	30	秋月電子通商	
	TC74HC08AP(AND)	1	30	30	"	
	TC74HC32AP(OR)	1	30	30	"	
	TC74HC74AP(D-FF)	2	25	50	"	
電池ボックス	単3×3本リード線, ふた, スイッチ付き	1	90	90	"	
トランジスタ	2SC950-Y(20個入り)	1	150	150	"	
	2SC1815L-GR(21個入り)	1	100	100	"	
トランス	ST-32P	1	850	850	"	
ブレッドボード	EIC-801	1	270	270	"	
モーター	RE-280RA(マブチモーター) モーターベース, プーリー付き	2	433	866	マルツオンライン, ヨドバシカメラ, 楽 天市場など	
USB計測(アクティブリーニング モジュール)	ADALM2000	1	19,700	19,700	秋月電子通商	
			総計	24,918	円	

## ●イヤフォン・プラグ

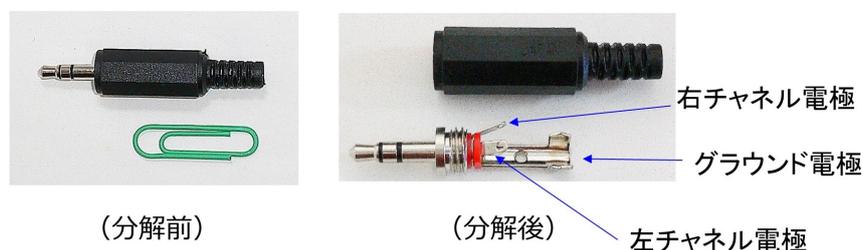


図 1: イヤフォン・プラグ

図??はイヤフォン・プラグの写真です。左が分解前、右が分解後です。黒いカバーの円筒内側に雌ネジが切られていて、本体にネジ止めできます。本体にはステレオ用の左右チャンネル電極とグラウンド電極があります。

図2はイヤフォン・プラグへのジャンパ線の半田付けの様子です。左右の音声信号用の電極は短いです。実験回路は1チャンネルなので、左右どちらのチャンネルを使用してもかまいません。この電極には明るい色のジャンパ線を半田付けします。グラウンド電極は長いです。これには暗い色のジャンパ線をつなぎます。電極を間違えるミスを減らせます。もし、間違えて配線するとノイズが大きくなります。

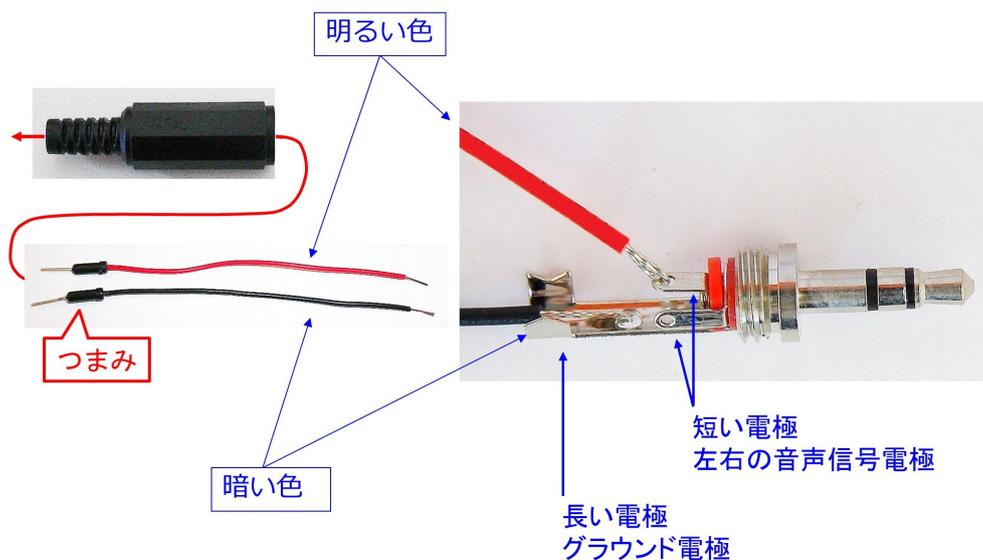


図 2: イヤフォン・プラグへのジャンパ線の半田付け

### ●コイル

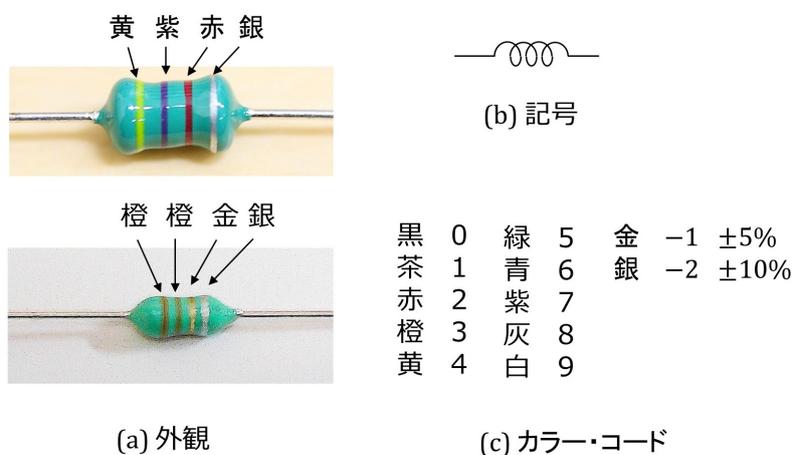


図 3: コイル

Fig.3 はコイルの外観と記号とカラー・コードです。このコイルは、コイル本体の円筒軸を電線が貫いている形であるため、アキシャル (axial) タイプと呼ばれます。コイルのインダクタンスはカラー・コードで表示されています。カラー・コードの色は図示の通り、黒が0, 茶が1, … と対応づけられています。写真上側のコイルは左から黄, 紫, 赤, 単

位は  $[\mu\text{H}]$  なので

$$\begin{aligned} 472 &= 47 \times 10^2 [\mu\text{H}] \\ &= 4.7 [\text{mH}] \end{aligned} \quad (1)$$

です。右端の銀色はインダクタンス値の精度が  $\pm 10\%$  であることを意味します。

写真下側のコイルは左から橙，橙，金，銀です。金色は精度もしくは  $-1$  を表します。この場合は

$$\begin{aligned} 33(-1) \pm 10\% &= 33 \times 10^{-1} \pm 10\% [\mu\text{H}] \\ &= 3.3 \pm 10\% [\mu\text{H}] \end{aligned} \quad (2)$$

です。

### ● コンデンサ

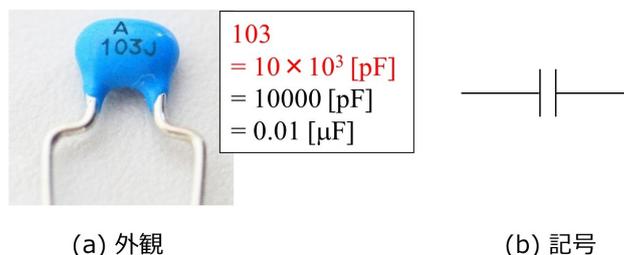


図 4: 積層セラミック・コンデンサ

図 4 は積層セラミック・コンデンサの外観と記号です。コンデンサの表面には静電容量が印字されています。写真の例の数値は、

$$\begin{aligned} 103 &= 10 \times 10^3 [\text{pF}] \\ &= 10000 [\text{pF}] \\ &= 0.01 [\mu\text{F}] \end{aligned} \quad (3)$$

を意味します。

コンデンサの記号は 2 枚の極板を向かい合わせた形です。これは実際のコンデンサが 2 枚の金属板が誘電体を挟んで向かい合わせにして作られていることによります。

図 5 は電解コンデンサの外観と記号です。電解コンデンサは静電容量の大きなコンデンサです。電解コンデンサには極性があります。極性を間違えて電池をつなぐと、電解コンデンサが爆発します。足の長い方が + 電極です。また、コンデンサの本体側面には、- 電極側に - 印が印刷されています。写真は静電容量が  $47 [\mu\text{F}]$  のコンデンサです。電解コンデンサの極板間には電解液が満たされています。記号の極板間にある斜めの 3 本線は、この電解液を象徴的に表しています。記号の + 電極側に + 印が付されています。

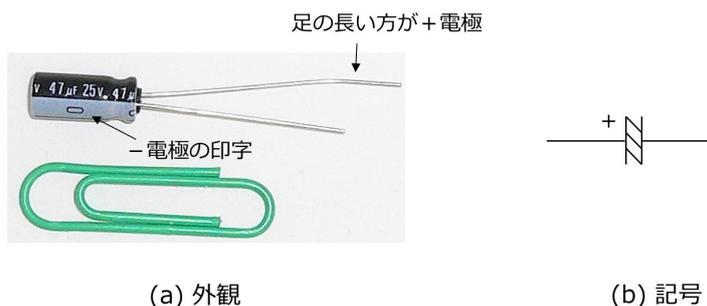


図 5: 電解コンデンサ

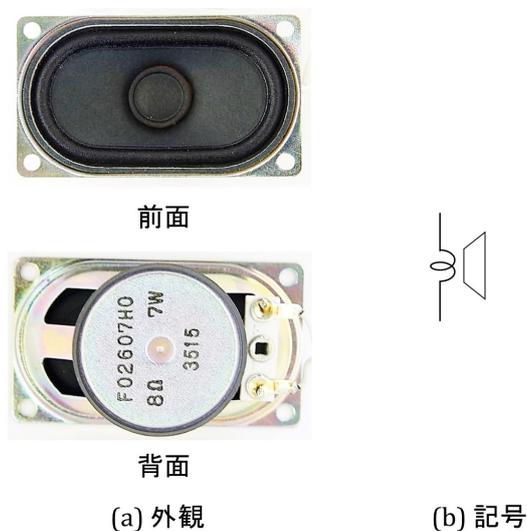


図 6: スピーカ

### ●スピーカ

図6はスピーカの外觀と記号です。このスピーカにはコネクタが半田付けされています。オス-オスのジャンパ線の一端をこのコネクタに差し込むことで、半田付け不要で配線ができます。

### ●ダイオード

図7はショットキー・バリア・ダイオードの外觀と記号です。日本インター（株）製 11EQS03Lです。ダイオードには2本の電極があり、それぞれアノード、カソードの名前が付けられています。目印としてカソード側に帯が印刷されています。このダイオードでは帯は緑色です。アノードに+電圧、カソードに-電圧を印加することで、アノードからカソードに電流を流すことができます。逆向きに電圧を印加した場合は、カソードからアノードにわずかな漏れ電流が流れます。アノードからカソードに流れる電流は順方向電流、逆方向に流れる電流は逆方向電流と呼ばれます。また、アノード側が+、カソード側が-の電圧は順方向電圧、逆は逆方向電圧と呼ばれます。順方向電圧を  $V_F$ 、順方向電流

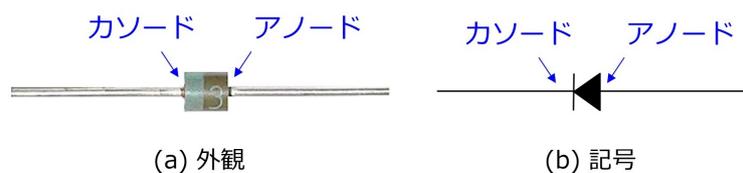


図 7: ショットキー・バリア・ダイオード

を  $I_F$ , 逆方向電圧を  $V_R$ , 逆方向電流を  $I_R$  と記します. 順方向電流 (半波整流電流) の最大値  $I_{Fmax} = 1[\text{A}]$ , 逆方向電圧最大値  $V_{RRM} = 30[\text{V}]$ , 逆方向電流最大値  $I_{RM} = 1[\text{mA}]$  です. また, 順方向電圧の最大値  $V_{Fmax} = 0.45[\text{V}]$  です. この値は通常の整流用シリコン・ダイオードの値 (約  $1[\text{V}]$ ) より小さな値です. 11EQS03L は順方向電圧が小さいタイプのダイオードで, ショットキー・バリア・ダイオードと呼ばれます.

### ●抵抗

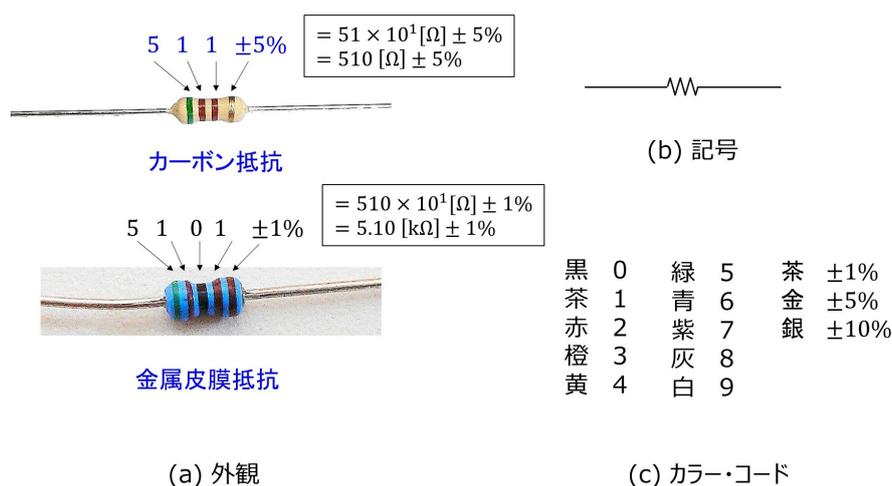


図 8: カーボン抵抗, 金属皮膜抵抗

図 8 はカーボン抵抗および金属皮膜抵抗の外観, 記号とカラー・コード表です. 抵抗値はカラー・コードで表示されています. 写真上側のカーボン抵抗の例では左から緑, 茶, 茶なので

$$\begin{aligned} 511 &= 51 \times 10^1[\Omega] \\ &= 510[\Omega] \end{aligned} \quad (4)$$

です. 右端の金色は抵抗値の精度を表します. 実際の抵抗値は  $510[\Omega] \pm 5\%$  の範囲にあります.

写真下側の金属皮膜抵抗の例では緑，茶，黒，茶，茶なので

$$\begin{aligned} 5101 \pm 1\% &= 510 \times 10^1 \pm 1\%[\Omega] \\ &= 5.10 \pm 1\%[\text{k}\Omega] \end{aligned} \quad (5)$$

です。金属皮膜抵抗は精度の良いものが販売されています。

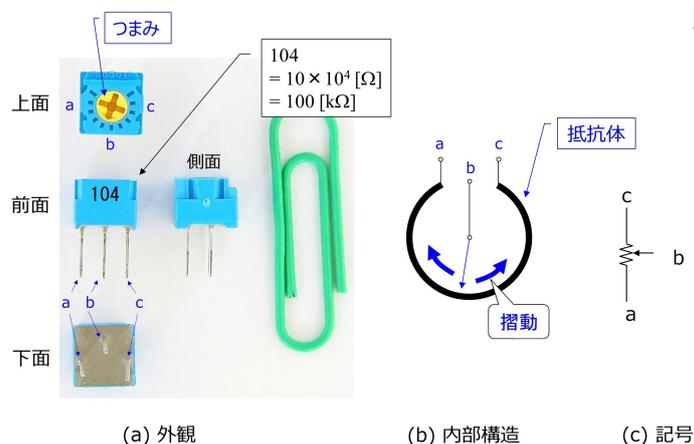


図 9: 半固定ボリューム（可変抵抗器）

図 9 は半固定ボリューム（可変抵抗器）の外観と内部構造および記号です。可変抵抗器は抵抗値を変化させられます。写真のタイプは a, b, c の 3 電極を持ちます。抵抗器上面の黄色部分をネジ回しで回転させると、連動して b 電極につながる可動電極が a-c 間の抵抗体の表面を摺動します。これにより、a-b 間、b-c 間の抵抗値を変化させられます。a-c 間の抵抗値は固定です。抵抗器の前面に a-c 間の抵抗値が印字されています。写真の例は 104 です。この数値の意味は

$$\begin{aligned} 104 &= 10 \times 10^4[\Omega] \\ &= 100[\text{k}\Omega] \end{aligned} \quad (6)$$

です。

写真の可変抵抗器は半固定形です。ネジ回しでなく、指でつまんで回せるタイプの可変抵抗器と区別するために、半固定形と呼ばれます。

### ●電池ボックス

図 10 は電池ボックスの外観と記号です。単 3 乾電池が 3 本入ります。赤い電線が電池の + 側につながっていて、黒い電線が電池の - 側につながっています。

### ●トランジスタ

図 11 はトランジスタの外観と記号です。写真は左が 2SA950 (PNP 形)，右が 2SC1815 (NPN 形) です。トランジスタの電極は写真の向きに見て左から E (Emitter: エミッタ)，

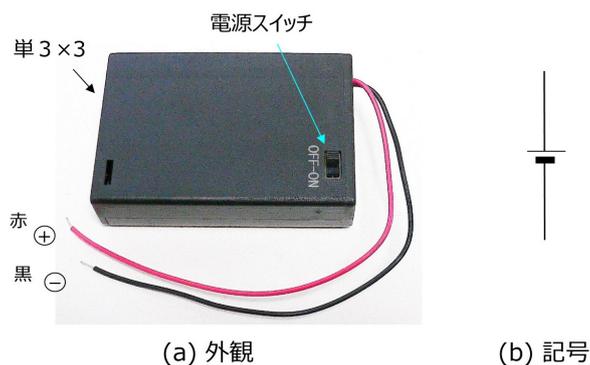


図 10: 電池ボックス

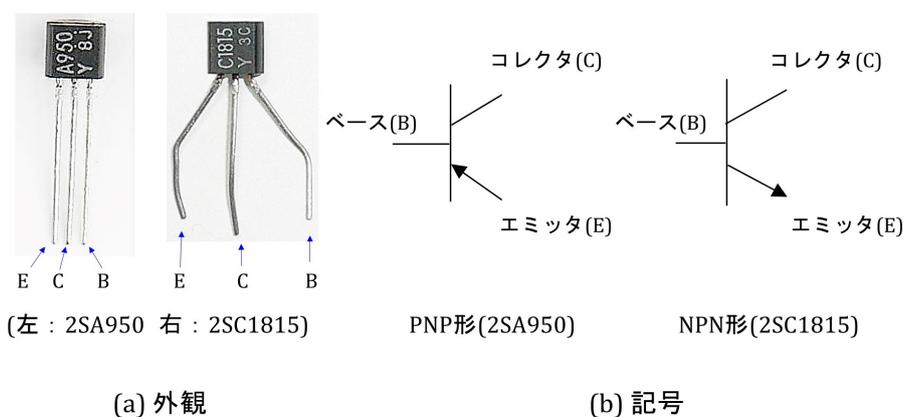


図 11: トランジスタ

C (Collector: コレクタ), B (Base: ベース) です。PNP 形の記号と NPN 形の記号はエミッタ電極の矢印の向きで区別しています。これはエミッタ電流の向きを表しています。

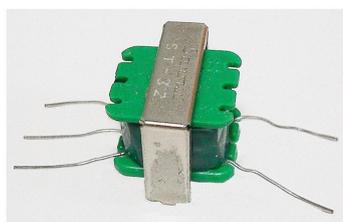
### ●トランス

図 12 はトランスの外観と記号です。電極が 3 本ある方が 1 次側, 2 本の方が 2 次側です。1 次側を増幅回路の + 電源とコレクタ間につなぎ, 2 次側をスピーカにつなぎます。

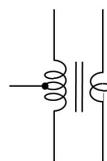
### ●モータ

図 13 は DC モータの外観と記号です。マブチモータ RE-280RA です。定格電圧 3[V], 最高効率運転時の回転数 7770[rpm], 電機子電流 0.87[A], 出力 1.61[W] です。同図 (b) は DC モータの記号です。

図 14 は 2 個の DC モータを付属プーリで機械的に連結しています。

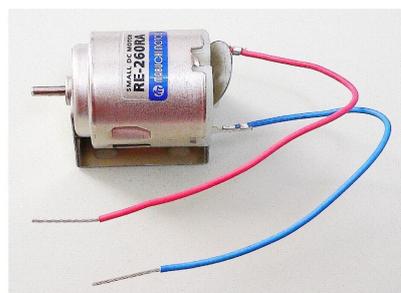


(a) 外観



(b) 記号

図 12: トランス



(a) 外観



(b) 記号

図 13: DC モータ

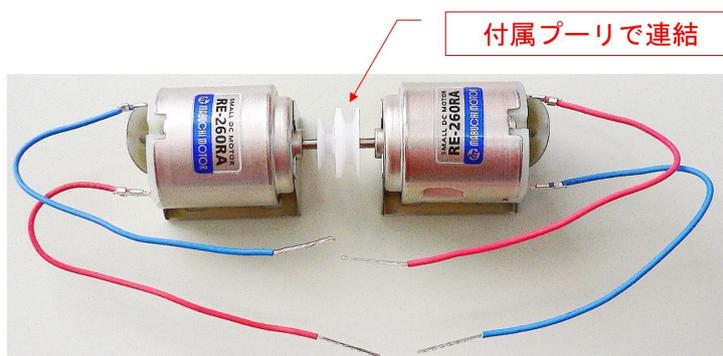


図 14: DC モータの連結

## 関連図書

- [1] 古橋武「トラ技 Jr. 特集記事 基本回路 10 選！ブレッドボード実験室」 2020 年冬号 (通巻 48 号)
- [2] 古橋武「電気回路論 座学・実験一体型教科書シリーズ」 Kindle 本, Amazon.
- [3] 古橋武「電子回路の基礎 I 同調回路, 高周波増幅回路 改訂 2 版」 Kindle 本, Amazon.
- [4] ラジオノート
- [5] 古橋武「デジタル回路：理論と設計・製作」 Kindle 本, Amazon.
- [6] 古橋武「モータドライブノート II」 Kindle 本, Amazon.
- [7] 古橋武「パワーエレクトロニクスノート II: 製作演習付き講義の実践記録」 Kindle 本, Amazon.
- [8] モータドライブノート

### 著者

古橋 武  
名古屋大学名誉教授  
furuhashi.takeshi\*

\*に @gmail.com を付けてください.