

# 第1回 トラ技ジュニア検定「アナログ・コモンセンス編」

## 正解と解説

宮崎 仁

問題 1 バイポーラ・トランジスタの基本機能として最も適切なのはどれか。

- ア 電圧を増幅する
- イ 電荷を蓄積する
- ウ 電流を整流する
- エ 電流を増幅する

[正解] エ

[解説] バイポーラ・トランジスタの最も基本的な性質は、ベース電流  $I_B$  が流れると、それを増幅して大きなコレクタ電流  $I_C = \beta \times I_B$  が流れることです。したがってエが正解。

---

---

問題 2 NPN トランジスタの構造を示す図はどれか。

[正解] ウ

[解説] NPN トランジスタは、その名の通り N 型半導体（コレクタ領域）、P 型半導体（ベース領域）、N 型半導体（エミッタ領域）の 3 層構造の半導体です。したがってウが正解。

---

---

問題 3 NPN トランジスタの回路記号はどれか。

[正解] ア

[解説] NPN トランジスタは、P 型半導体のベースを中心に、両側に N 型半導体のコレクタとエミッタがあります。回路記号では、コレクタとエミッタを区別するためにエミッタだけ矢印を付けます。また、矢印はベースからエミッタに向いており、電流の流れる方向を示します。したがってアが正解。

---

---

問題 4 PNP トランジスタと NPN トランジスタの違いとして正しいものはどれか。

- ア コレクタ電流の方向は同じだが、ベース電流の方向が逆
- イ 電流の方向は同じだが、電圧の方向が逆
- ウ ベース電流、コレクタ電流の流れる方向が逆
- エ ベース電流の方向は同じだが、コレクタ電流の方向が逆

[正解] ウ

[解説] バイポーラ・トランジスタは、ベース-エミッタ間の PN 接合の順方向にベース電流が流れ、コレクタ-エミッタ間はそれと同じ方向にコレクタ電流が流れます。PNP トランジスタはベース電流がエミッタ→ベース、コレクタ電流はエミッタ→コレクタの向きになります。一方、NPN トランジスタはベース電

流がベース→エミッタ，コレクタ電流はコレクタ→エミッタの向きになります．すなわち，PNP トランジスタと NPN トランジスタはベース電流もコレクタ電流も逆向きになります．したがってウが正解．

---

---

問題 5 図 1 の増幅回路の接地方式を何と呼ぶか．

- ア エミッタ接地
- イ コレクタ接地
- ウ ソース接地
- エ ベース接地

[正解] ア

[解説] バイポーラ・トランジスタはベース，コレクタ，エミッタの 3 端子をもつ素子です．そのうち 1 つを電圧の基準として接地し，残りの 2 つを入力端子と出力端子に使います．図の回路はベースが入力，コレクタが出力でエミッタ接地と呼ばれます．したがってアが正解．

---

---

問題 6 図 1 の増幅回路のバイアス方式を何と呼ぶか．

- ア 固定バイアス
- イ 自己バイアス
- ウ 電圧帰還バイアス
- エ 電流帰還バイアス

[正解] エ

[解説] バイポーラ・トランジスタは，ベース電流が流れているときだけ増幅動作を行うことができます．そのため，入力信号が 0 のときでも適切な大きさのベース電流（バイアス電流と呼ぶ）が流れるように，バイアス回路を設けることが必要です．図の回路は電流帰還バイアスと呼ばれ，エミッタ・グラウンド間に挿入した抵抗により，トランジスタの特性のばらつきや温度変動の影響を抑える方式です．したがってエが正解．

---

---

問題 7 図 1 の増幅回路において，入力電圧  $V_i=0V$  のときトランジスタ  $Tr1$  のベース電流，コレクタ電流はどうなるか．

- ア ベース電流は 0 になり，コレクタ電流も 0 になる
- イ ベース電流は流れず，抵抗  $R3$  と  $R4$  で決まるほぼ一定のコレクタ電流が流れる
- ウ ほぼ一定のベース電流が流れ，それを  $hFE$  倍に増幅したコレクタ電流が流れる
- エ ほぼ一定のベース電流が流れるが，コレクタ電流は流れない

[正解] ウ

[解説] 図の回路では，結合コンデンサ  $C1$  が入力電圧の交流成分だけを通し，直流成分は除去します． $V_i=0V$ （交流成分をもたない）の場合は，トランジスタのベース電流は，バイアス抵抗  $R1$ ， $R2$ ， $R4$  で決まる直流電流になります．また，トランジスタのコレクタ電流は，ベース電流を  $hFE$  倍に増幅した直流電流になります．したがって，ウが正解．

※問題 7 は正解に誤りがありました。正しくはウです。訂正してお詫びいたします。

---

問題 8 図 1 の増幅回路において、入力電圧  $V_i$  を 0[V] からじわじわと上昇させたとき、出力電圧  $V_o$  はどうなるか。

- ア 0V からじわじわと下降し、 $V_o < 0$  になる
- イ 0[V] からじわじわと上昇し、 $V_o > 0$  になる
- ウ 0[V] のまま変化しない
- エ 発振が始まる

[正解] ウ

[解説] 入力電圧  $V_i$  の変化分は交流成分ですが、結合コンデンサ  $C_1$ ,  $C_2$  の周波数特性の下限より低い周波数は通過しません。 $V_i$  をじわじわと上昇あるいは下降させた場合には、直流に近い低周波と見なされるので、 $V_o$  に変化は現れません。したがって、ウが正解。

※選択肢ア、イの  $V_i$  は  $V_o$  の誤りでした。訂正してお詫びいたします。

---

問題 9 図 1 の増幅回路において、小振幅の正弦波電圧を  $V_i$  に入力したとき、出力電圧  $V_o$  はどうなるか。

- ア  $V_i$  と位相が反転して、大きく増幅された正弦波電圧になる
- イ  $V_i$  と位相が反転して、同じ振幅の正弦波電圧になる
- ウ  $V_i$  と同じ位相で、大きく増幅された正弦波電圧になる
- エ  $V_i$  と同じ位相で、同じ振幅の正弦波電圧になる

[正解] ア

[解説] 図の回路では、入力電圧  $V_i$  の正弦波成分が結合コンデンサ  $C_1$  を通過してベース電流に正弦波成分が加わります。その正弦波成分が増幅されて、コレクタ電流に増幅された正弦波成分が加わります。その正弦波成分が結合コンデンサ  $C_2$  を通過して、出力電圧  $V_o$  は正弦波電圧となります。なお、 $V_i$  が上昇すればベース電流が上昇し、コレクタ電流も上昇し、負荷抵抗  $R_3$  の両端電圧も上昇します。それによって出力電圧が下降するので、入出力間は逆位相になります。したがって、アが正解。

---

問題 10 図 1 に示した基本的な増幅回路と OP アンプの違いに関する記述として、誤っているのはどれか。

- ア 図 1 の回路は交流増幅専用だが、OP アンプは直流も増幅できる
- イ 図 1 の回路よりも、OP アンプの方が入力インピーダンスが高い
- ウ 図 1 の回路よりも、OP アンプの方が出力インピーダンスが低い
- エ 図 1 の回路はトランジスタで作れるが、OP アンプはトランジスタでは作れない

[正解] エ

[解説] 図 1 に示した基本的な増幅回路は、結合コンデンサで直流成分をカットし、交流成分だけを増幅します。一方、OP アンプは直流から交流まで増幅できる回路構成が特長です。また、OP アンプは入力インピーダンスが高く、出力インピーダンスが低くなるように作られていて、前段の回路や後段の回路と電圧信号を精度良く受け渡せることも特長です。したがって、ア、イ、ウは正しい記述です。OP アンプは図 3 のようにトランジスタ回路として作ることもできるので、エが誤った記述です。したがって、エが正解。

---

---

問題 11 図 2(a)の NOT 回路において、入力電圧 A を 0V にしたときの回路の動作として誤っているのはどれか。

- ア ベース抵抗 R1 に電流は流れない
- イ トランジスタ Tr1 はオンになる
- ウ 出力電圧 B は 5V になる
- エ 出力に負荷を接続しなければ、コレクタ抵抗 R2 に電流は流れない

[正解] エ

[解説] 図 1 の回路は NPN トランジスタをエミッタ接地で使用しており、入力 A が 0V のときは A とエミッタがともに 0V なのでベース電流は流れず、Tr1 は OFF です。すなわち、アは正しい記述、イは誤った記述です。また、Tr1 が OFF のとき、出力 B は抵抗 R2 で 5V にプルアップされており、B は 5V となります。すなわち、ウは正しい記述です。B に負荷が接続されなければ、R2 には電流が流れません。すなわち、エは正しい記述です。したがって、イが正解。

---

---

問題 12 図 2(b)の NAND 回路において、2つの入力電圧のうち A を 0[V]、B を 5[V]にしたときの回路の動作として正しいのはどれか。

- ア ベース抵抗 R7、R8 およびコレクタ抵抗 R12 には、すべて電流が流れない
- イ A が 0V なので、B の電圧に関係なくトランジスタ Tr4、Tr5 はともに OFF である
- ウ トランジスタ Tr4 は OFF、Tr5 は ON になる
- エ 出力電圧 C は 0V になる

[正解] ウ

[解説] 入力 A が 0V のときは Tr4 にはベース電流が流れず OFF になります。入力 B が 5V のときは Tr5 にはベース電流が流れて ON になります。すなわち、抵抗 R8 には電流が流れるのでアは誤った記述です。また、Tr5 は ON になるのでイも誤った記述です。Tr4 が OFF なので出力 C はプルアップ抵抗 R12 で 5V につながっただけの状態であり、C は 5V になるのでエも誤った記述です。Tr4 は OFF、Tr5 は ON になるというウだけが正しい記述です。したがって、ウが正解。

---

---

問題 13 図 2(c)の NOR 回路において、2つの入力電圧のうち A を 0V、B を 5V にしたときの回路の動作として正しいのはどれか。

- ア ベース抵抗 R5、R6 およびコレクタ抵抗 R13 には、すべて電流が流れる

- イ Bが5Vなので、Aの電圧に関係なくトランジスタ Tr6, Tr7はともにONである
- ウ トランジスタ Tr6はON, Tr7はOFFになる
- エ 出力電圧Cは0Vになる

[正解] エ

[解説] 入力Aが0VのときはTr6にはベース電流が流れずOFFになります。入力Bが5VのときはTr7にはベース電流が流れてONになります。すなわち、抵抗R5には電流が流れないのでアは誤った記述です。また、Tr6はOFFになるのでイは誤った記述、Tr7はONになるのでウは誤った記述です。Tr6とTr7のどちらかがONであれば、出力CはGNDに接続されるので0Vとなります。すなわち、エは正しい記述です。したがって、エが正解。

---

---

**問題 14** 図2(a)のNOT回路の電源電圧は5Vである。入力Aにさまざまな電圧を加えたときの記述として正しいのはどれか。

- ア 入力電圧Aが0Vのとき、出力電圧Bは0Vになる
- イ 入力電圧Aが3.3Vのとき、出力電圧Bは3.3Vになる
- ウ 入力電圧Aが5Vのとき、出力電圧Bは0Vになる
- エ 入力電圧Aが12Vのとき、トランジスタTr1に過電圧が加わって故障する

[正解] ウ

[解説] 入力Aが0Vのとき、Tr1にはベース電流が流れずOFFになり、出力Bは抵抗R2でプルアップされて5Vになります。すなわち、アは誤った記述です。入力Aが3.3Vのとき、Tr1にはベース電流が流れてONになり、出力Bは0Vになります。すなわち、イは誤った記述です。入力Aが5Vのとき、Tr1にはベース電流が流れてONになり、出力Bは0Vになります。すなわち、ウは正しい記述です。入力Aが12Vのとき、Tr1にはベース電流が流れてONになります。Aの電圧が12Vでも、抵抗R1で電圧降下して、Tr1のベース-エミッタ間電圧は約0.7Vになって故障なく動作します。すなわち、エは誤った記述です。したがって、ウが正解。

---

---

**問題 15** 図2(a)のNOT回路において、電源電圧を5[V]から3.3[V]に変更した。このときの記述として誤っているのはどれか。

- ア 入力電圧Aが0Vのとき、出力電圧Bは3.3Vになる
- イ 入力電圧Aが3.3Vのとき、出力電圧Bは0Vになる
- ウ 入力電圧Aが5Vのとき、出力電圧Bは0Vになる
- エ 入力電圧Aが5Vのとき、出力電圧Bは3.3Vになる

[正解] エ

[解説] 入力Aが0Vのとき、Tr1にはベース電流が流れずOFFになり、出力Bは抵抗R2でプルアップされて3.3Vになります。すなわち、アは正しい記述です。入力Aが3.3Vのとき、Tr1にはベース電流が流れてONになり、出力Bは0Vになります。すなわち、イは正しい記述です。入力Aが5Vのとき、Tr1に

はベース電流が流れて ON になり，出力 B は 0V になります．すなわち，ウは正しい記述，エは誤った記述です．したがって，エが正解．

---

---

**問題 16** 図 3 の OP アンプ回路において，2 つのトランジスタ Tr1, Tr2 を向き合わせた部分を何と呼ぶか．

- ア 差動入力段
- イ 電圧増幅段
- ウ 電流増幅段
- エ 出力段

[正解] ア

[解説] OP アンプの入力回路は，同じタイプの 2 つのトランジスタを向き合わせた回路になっています．この回路は，非反転入力(+)と反転入力(-)の電圧差を検出し，大きく増幅する働きの回路で，OP アンプの特徴の一つです．電圧差で動作する入力なので差動入力段と呼ばれます．したがって，アが正解．

---

---

**問題 17** 図 4 の正弦波発振器において，トランジスタ Tr1 と Tr2 の役割りに関する記述として，誤っているのはどれか．

- ア 3 段直列の CR 微分回路で位相が  $180^\circ$  進み，Tr1 でさらに反転する
- イ 3 段直列の CR 微分回路で減衰した信号振幅を，Tr1 によって増幅する
- ウ Tr1 と Tr2 は，ともにエミッタ接地の交流増幅回路として働く
- エ Tr2 は，信号の振幅や位相を変えない低出力インピーダンスのバッファ回路である

[正解] ウ

[解説] 正帰還発振回路は，発振させたい周波数で位相が  $360^\circ$  遅れ（または進み），かつ利得が 1 になるように正帰還をかける（発振条件と呼ぶ）ことで動作します．図の回路は 3 段直列の CR 微分回路と Tr1 による反転増幅で位相を  $360^\circ$  とし，Tr1 による反転増幅で利得を 1 にします．Tr2 はエミッタ・フォロワ（コレクタ接地）と呼ばれるバッファ回路で，信号の振幅や位相は変えません．すなわち，ア，イ，エは正しい記述であり，ウが誤った記述です．したがって，ウが正解．

---

---

**問題 18** 2 個のトランジスタをたすきがけに接続した図 5 の回路を何と呼ぶか．

- ア 双安定マルチバイブレータ
- イ 単安定マルチバイブレータ
- ウ 不安定マルチバイブレータ
- エ 無安定マルチバイブレータ

[正解] エ

[解説] 図の回路は，2 個のトランジスタが交互に ON となることによって，それぞれのコレクタに矩形波（方形波）の繰り返しクロックを発生する矩形波発振回路です．矩形波は複数の正弦波を重畳させた波

形なので、マルチバイブレータ（複周波数発振器）と呼びます。単発パルスの発振器は単安定マルチバイブレータ、フリップフロップは双安定マルチバイブレータと呼ばれ、繰り返しくロックを発生する発振器は無安定マルチバイブレータと呼ばれます。したがって、エが正解。

---

---

**問題 19** 図 5 の矩形波発振器において、2 個のトランジスタ Tr3 と Tr4 に関する記述として正しいのはどれか。

- ア Tr3, Tr4 のベース電圧は 0V より下がることはない
- イ Tr3 が OFF になった後、C9 と R12 で決まる一定時間後に Tr4 が ON になる
- ウ Tr3 が ON になった後、C9 と R11 で決まる一定時間後に Tr4 が ON になる
- エ Tr3 と Tr4 は同時に ON になり、また同時に OFF になる

[正解] ウ

[解説] 図の回路は、Tr3 と Tr4 が交互に ON になって繰り返しくロックを発生します。Tr3 が ON になると Tr3 のコレクタ電圧は 0V になり、R11 を通って C9 が充電されます。それによって Tr4 のベース電圧が上昇し、約 0.7V に達すると Tr4 が ON になって Tr3 は OFF になります。したがって、ウが正解。

---

---

**問題 20** 図 6 の水晶発振器に関する記述として、誤っているのはどれか。

- ア この回路で、トランジスタ Tr1 はエミッタ接地増幅回路として働く
- イ 水晶発振器の周波数安定性は、一般的に LC 発振器より良好である
- ウ 水晶発振器の周波数安定性は、一般的にセラミック発振器より良好である
- エ 水晶発振子は、コルピッツ型 LC 発振回路におけるコイル L に相当する

[正解] ア

[解説] 図の回路は、コルピッツ型発振回路の L を水晶発振子に置き換えたものであり、水晶発振子は LC やセラミック発振子より高精度、高安定性が得られるのが特長で、イ、ウ、エは正しい記述です。したがって、アが正解。

---

---

以上

2020 年 2 月 18 日 第 1 版