

おもちゃによく使われる海外トランジスタについて

1. 8050 及び 8550

	Fairchild (米国)	Usha (インド)	絶対最大定格			Wing Shing (中国)	絶対最大定格		
			V_{CEO}	I_C	P_D		V_{CEO}	I_C	P_D
			(V)	(A)	(W)		(V)	(A)	(W)
NPN	SS8050	C8050	25	1.5	1	S8050	25	0.5	0.625
PNP	SS8550	C8550	-25	-1.5	1	S8550	-25	-0.5	0.625

おもちゃによく使われるトランジスタに 8050 と 8550 というものがあります。

8050 及び 8550 は米国の Fairchild 社が開発した NPN 型、PNP 型のトランジスタで小さいわりに大きな電流 (I_C) が流せ、大きなコレクタ損失 (P_D) が得られる、又電流増幅率 (h_{FE}) が結構高いと言った特徴があります。

SS8050 と SS8550 はコンプリメンタリー（相補対象）型という正領域、負領域において同じ特性を持つトランジスタでこれを上手く使えばプッシュプル・アンプを簡単に構成できるという特徴があります。それぞれの名称は Fairchild 製の場合 SS8050 (NPN) 及び SS8550 (PNP) と言います。

似たようなものとしては他にインド Usha 社及び中国製があります。

Usha 製のものはサードパーティと言って Fairchild からライセンスを買って製造していますので名称は C8050、C8550 となりますが特性は Fairchild のものと同特性です。（全く同じと考えても結構です。）

中国製のものは名称が S8050 及び S8550 となっていて、本家の Fairchild のものではなくライセンス版の Usha のものを更にデッドコピー（海賊版）したらしく、大量に使われている割には製造元が複数あるようでハッキリしません。製品はばらつきが多いと言われています。

特性も Fairchild 及び Usha のものとは異なっています。この場合、最大定格が小さくなっていますので名称は同じように見えますが代替品として使う場合は要注意です。（特に「コレクタ損失が大きい、大きなコレクタ電流が流せる」という特徴を生かしてモーター制御に使われている場合）

はっきり言って中国製の S8050 及び S8550 は Fairchild の SS8050、SS8550、Usha の C8050、C8550 とは別物であり代替として使えるものではないと認識すべきでしょう。

更に、名前的问题があります。

Fairchild 社では印刷スペースが狭い場合、同社の慣習として最初の 1 文字を省略するというルールがあります。つまり正式には SS8050 なのですが商品のマーキングは S8050 と表示されています。

このルールを中国のメーカーが知らないで Fairchild のマーキングまでデッドコピーしたため SS ではなく S という表記になったと言われています。商品名まで表示通りの S8050 としています。

問題は中国製のものはマーキングまでコピーしていますので見た目では全く区別がつかないところにあります。

さらに中国製のものはデータシートそのものが怪しいということにもあり、できれば使わないに越したことはありません。

2. 8050 及び 8550 の代替品

修理の場合 8050 及び 8550 は上記のように表面に印刷されているマーキングでは SS8050 (SS8550) なのか S8050 (S8550) なのかを判別することが非常に難しいことになります。

取り敢えずは規格が高いほうの SS8050 (SS8550) であると仮定して修理を始めるべきでしょう。

SS8050 及び SS8550 は結構安い (@ 10 円) トランジスタなので、もし不良になった場合には同じものを入手して交換することがベストなのですが一般的なパーツ屋さんではなかなか手に入りません。例えば秋月電子、千石通商、サトー電気、若松通商等の秋葉原で名前が通っているパーツ屋さんでは取り扱いがありません。

また、急ぎの場合には手持ちのトランジスタで何とかならないかと考えますが、先に述べた特徴(大電流、高コレクタ損失、形状)等から、残念ながら日本製のトランジスタでは Fairchild の規格を満足できるものは有りませんので無条件で SS8050 及び SS8550 を代替できるものではありません。

一見見えそうな感じのものに、ダーリントン型の構造を持つトランジスタがいくつかありますがこの種のトランジスタは動作特性が極端に違いますので一般的なトランジスタの代替としては全く不適当です。

条件を良く検討して、十分と判断できるのであれば自分用として使用することは構いませんが、他人の物の修理用として使用することは絶対に行ってはなりません。

下表はデータシート上で代替可能と考えられるトランジスタの一覧です。(全部ではありません)

8050 Equivalent

	Mat	Struct	Pc (W)	V _{CBO} (V)	V _{CEO} (V)	V _{EBO} (V)	I _C (A)	C _{OB} (pF)	h _{FE}	Caps	コンプリ	Manufacture		配列
*SS8050	Si	NPN	1	40	25	6	1.5	9	85~300	TO92	SS8550	Fairchild	米	EBC
2STL1360	Si	NPN	1.2	80	60	6	3	-	80~400	TO92L	-	STMicro	仏伊	ECB
2STX1360	Si	NPN	1	80	60	6	3	-	80~400	TO92	-	STMicro	仏伊	ECB
2SC2120	Si	NPN	0.6	35	30	5	0.8	13	100~320	TO92	2SA950	東芝	日	ECB
2SC2655	Si	NPN	0.9	50	50	5	2	30	70~240	TO92M	2SA1020	東芝	日	ECB
2SC3247	Si	NPN	0.9	50	50	6	1	12	600~1800	TO92M	2SA1287	ISAHAYA	日	ECB
2SC3266	Si	NPN	0.75	20	20	6	2	30	120~700	TO92	2SA1296	東芝	日	ECB
2SD789	Si	NPN	0.9	100	50	6	1	20	100~800	TO92M	2SB740	日立	日	ECB
2SD863	Si	NPN	0.9	60	50	5	1	12	60~320	TO92M	2SB764	SANYO	日	ECB
2SD1207	Si	NPN	1	60	50	6	2	12	100~560	TO92M	2SB892	SANYO	日	ECB
2SD1616	Si	NPN	0.75	60	50	6	1	19	135~600	TO92	2SB1116	NEC	日	ECB
C8050	Si	NPN	1	40	25	6	1.5	9	85~300	TO92	SS8550	Usha	印	EBC
HA8050S	Si	NPN	0.625	25	20	5	0.7	10	100~500	TO92	HA8550	HSMC	台	EBC
HE8050	Si	NPN	0.6	40	25	6	1.5	-	85~500	TO92	HE8550	HSMC	台	ECB
HIT8050	Si	NPN	0.625	45	25	6	0.7	-	85~330	TO92	HIT8550	RENESAS	日	ECB
JE8050	Si	NPN	2	40	25	6	1.5	9	85~300	TO92	-	NEC(Thai)	日	EBC
KTC3205	Si	NPN	1	30	30	5	2	13	100~320	TO92	KTA1273	KEC	韓	ECB
S8050	Si	NPN	0.625	40	25	5	0.5	-	85~300	TO92	S8550	Various	中	EBC
STSA1805	Si	NPN	1.1	150	60	7	5	50	200~400	TO92	-	STMicro	仏伊	EBC
STSA851	Si	NPN	1.1	150	60	7	5	45	150~350	TO92	-	STMicro	仏伊	EBC
UTC 8050S	Si	NPN	1	30	20	5	1	9	120~400	TO92	UTC8550S	UTC	韓	ECB

8550 Equivalent

	Mat	Struct	Pc (W)	V _{CBO} (V)	V _{CEO} (V)	V _{EBO} (V)	I _C (A)	C _{OB} (pF)	h _{FE}	Caps	コンプリ	Manufacture		
*SS8550	Si	PNP	1	-40	-25	-6	-1.5	15	85~300	TO92	SS8050	Fairchild	米	EBC
2SA1020	Si	PNP	0.9	-50	-50	-5	-2	40	70~240	TO92M	2SC2655	東芝	日	ECB
2SA1287	Si	PNP	0.9	-50	-50	-6	-1	30	400~800	TO92M	2SC3247	ISAHAYA	日	ECB
2SB764	Si	PNP	0.9	-60	-50	-5	-1	20	60~320	TO92M	2SD863	三洋	日	ECB

2SB789	Si	PNP	1	-100	-100	-5	-0.5	30	90~220	SC62	2SD968	松下	日	BCE
2SB892	Si	PNP	1	-60	-50	-6	-2	12	100~560	TO92	2SD1207	SANYO	日	ECB
2SB1116	Si	PNP	0.75	-60	-50	-6	-1	25	135~600	TO92	2SD1616	NEC	日	ECB
C8550	Si	PNP	1	-40	-25	-6	-1.5	15	85~300	TO92	C8050	Usha	印	EBC
CSB892	Si	PNP	1	-60	-50	-6	-2	12	100~560	TO92	CSD1207	CDIL	印	ECB
HA8550	Si	PNP	1	-40	-25	-6	-1.5	-	120~500	TO92	HA8050	HSMC	台	EBC
HE8550	Si	PNP	1	-40	-25	-6	-1.5	-	85~500	TO92	HE8050	HSMC	台	ECB
HIT8550	Si	PNP	0.625	-45	-25	-6	-0.7	-	85~330	TO92	HIT8050	RENESAS	日	ECB
KTA1273	Si	PNP	1	-30	-30	-5	-2	48	100~320	TO92L	KTC3205	KEC	韓	ECB
S8550	Si	PNP	0.625	-40	-25	-6	-0.5	-	85~300	TO92	S8050	Various	中	EBC
STX790A	Si	PNP	0.9	-60	-60	-5	-3	-	100~300	TO92		STMicro	仏伊	ECB
UTC 8550S	Si	PNP	1	-30	-20	-5	-0.7	9	120~400	TO92	UTC8050	UTC	韓	ECB

ピンクに塗りつぶされた箇所は SS8050、SS8550 の規格を下回っていて、濃いピンクの箇所はかなり下回っていますのでしっかりと回路解析を行って問題がない場合のみ使用可能です。

逆の見方をしますと中国製の S8050、S8550 は規格が低いので SS8050、SS8550、C8050、C8550 の代替として使用してはいけませんが、その逆は完全に代替できますし、上記の日本製のトランジスタでも足を入れ替える必要はありますが、使用できます。

当該のトランジスタがモータードライバとして使われている場合には、単純にスイッチとして使われている場合とモータードライバに PWM 信号を与えてモーターを制御している場合（ラジコンのサーボ・ドライバなど）があり、後者の場合は前述したコンプリメンタリー特性を利用していますのでドライブ・トランジスタは 1 個が不具合の場合でも完全に同規格のものでない場合は全数（4 個または 8 個）を交換する必要があります。

3. 代替品選択のための知恵

☆ 絶対最大定格

代替品を選択する場合、半導体の場合は絶対に守らなければならない条件があります。データシートを見ると絶対最大定格と言う項目が必ずあります。この絶対最大定格が「絶対に守らなければならない条件」です。

半導体の動作時に一瞬たりともこの定格を超えることは許されません。

これは、物性論的な話ですので「一寸ぐらい良いだろう。」とか「瞬間的な話だから」というのは通用しません。実際の話として「やってみただけ良かったよ。」と言うのは有りますが、個々の製品のばらつきによるもので設計、製造に使えるものでは有りません。

安全係数があるだろうという意見もあるでしょうが、回路設計では回路定数を決めたのちに安全係数を掛けて部品選定を行いますが、絶対最大定格は物性論から導かれる話なので安全係数はありません。そのため絶対に守る必要が有るのです。

☆ 大きさ、形状、端子、発熱

新規に設計する場合には使用しようとする部品の形、特性に合わせて回路、配置を考えるのであまり問題にならないのですが、修理を前提にして回路設計をすることはなく、本来の部品に合わせて設計を行いますので修理の場合は、サイズ、形状、端子の配置、熱処理が合わないと最悪の場合、すぐに次の故障を引き起こす原因を作ることになります。ここが代替品選定の難しいところです。

☆ 高周波特性

おもちゃの世界ではトランシーバ、ラジコン類を除いては殆ど問題にならないトランジスタの規格に f_T という規格があります。

f_T は利得帯域幅積と言いそのトランジスタの標準的な回路で利得が「1」になる周波数を示しており、極めて大雑把に

$$f_T \div (\text{使用周波数}) \times (\text{直流増幅率 } h_{FE})$$

と考えて問題ありません。

例えば汎用トランジスタとして著名な 2SC1815 は f_T が 80MHz、 h_{FE} が 100 ですので

$$(\text{使用可能周波数}) = 80\text{MHz} \div 100 = 800\text{KHz}$$

となり、低周波領域から精々1MHz 位までの周波数範囲で使用するのが適当ということになりますが、実際には HF（短波）領域までは実用上問題がありません。データシートにも用途として低周波電圧増幅用と記載しています。

しかしながら、ラジコン、トランシーバは VHF 領域（30MHz～300MHz）から UHF 領域（300MHz～3GHz）の周波数が使われますので 2SC1815 では能力不足であり、さらに高周波特性の良いトランジスタを選定しなければならない、ということになります。

☆ トランジスタの足の接続

海外トランジスタと国産トランジスタでは足の接続が異なる場合が多いです。

現在、日本では EAIJ（日本電子機械工業会）の規格が完全に浸透しているため、ほとんどの場合 ECB 配列になっていますが、古い時代の CAN パッケージでは横一列のピンの引き出しではなく 3 角配置が多くコレクタ・リードの横のパッケージにコレクタ・マークという印を付けてコレクタ・リードを表示していました。今の横一列、ECB 配列はプラスチック・パッケージが一般的になってからです。

今でも大電力を扱うパワートランジスタや高周波で使用するトランジスタではコレクタ損失として発生する熱を逃がすことを優先したリードの配列や回路の高周波特性を保つために日本製でありながら ECB 配列になっていないものも沢山あります。

小信号用に限ってみても世界的に見れば日本の規格はやはりガラパゴスで米国製やめったにお目に掛かれませんが欧州製のもの EBC 配列が多いようです。

このため足を交差させて差し込む必要があるものもあります。ご注意ください。

一番困るのが名前が一緒なのにリードの配列が違っているものがあることで製造者がはっきり分かっているものはデータシートに従い、製造者が分からないものは面倒でもチェッカーで引き出し線を確認した上で使用して下さい。各地のおもちゃの病院でもこれが原因でトランジスタを壊したという報告があります。

ちなみに 2SA、2SB、2SC、2SD、2SJ、2SK、3SJ、3SK と云う名称の付け方は日本電子機械工業会（EAIJ）が推奨していたもので日本以外では全く使われていませんし、元々拘束力は無かったので、現在ではこの様な名前の付け方をしない製造者もいます。日本電子機械工業会自体も 2000 年に電子情報技術産業協会（JEITA）に合併され現在は有りません。

足の接続は下図のように変わります。トランジスタの形状、リードの配置は小型小信号用は大体下図のようになっていますが、そうではないものもありますので使用に当たっては必ず確認をとってから使用してください。ちなみに図の形状は TO-92 と言います。

	配列	電極接続		
		#1	#2	#3
(日本製)	ECB	エミッタ	コレクタ	ベース
90xx シリーズ (韓国製)	EBC	エミッタ	ベース	コレクタ
8x5x シリーズ	EBC	エミッタ	ベース	コレクタ

更に最近では、8x5x シリーズ、90xx シリーズに #2 ピンがコレクタのものがあります。充分ご注意ください。

4. おもちゃによく使われる海外トランジスタの仕様

おもちゃを含めた「雑貨」の製造工場である中国は半導体の開発、製造の分野ではまだ十分な能力を持っていませんので、そこで製造される「雑貨」には結構、輸入品が使われています。下表はおもちゃ等によく使われるトランジスタとその代替として使用可能と言われている日本製のトランジスタです。

品名	製造者	極性	主用途	仕様			
				V_{CE} (V)	I_C (mA)	h_{FE}	f_T (MHz)
9011	KEC (韓国)	NPN	HF, VHF	35	50	40~198	400
9012		PNP	一般	-40	-500	64~246	150
9013		NPN	一般	40	500	64~246	140
9014		NPN	一般	60	150	60~1000	60
9015		PNP	一般	-50	-150	60~600	60
9016		NPN	VHF, LN	40	30	40~198	260
9018		NPN	VHF, LN	40	30	40~198	800
S8050	(中国)	NPN	大電流	30	700	120~400	100
S8550		PNP	大電流	-30	-700	120~400	100
SS8050	Fairchild (米)	NPN	大電流	40	1500	85~300	100
SS8550		PNP	大電流	-40	1500	85~300	200

国産の代替トランジスタ（この表は信頼性の点で問題があります。鵜呑みにしないでデータシートで確認を取ってください。）

品名	NEC	東芝 T	日立 H	三洋 S	三菱	松下
9011	2SC1674	2SC1815	2SC460	2SC536		
9012			2SA673	2SA984		2SA719
9013				2SC2274		2SC1317
9014	2SC945	2SC1815	2SC458	2SC536		2SC828
9015	2SA733	2SA1015	2SA1029	2SA608		

9016	2SC1674	2SC1923	2SC460			2SC829
9018			2SC535			
8050	2SD1616	2SC2655	2SD789	2SD863 2SD1207	2SC3247	
8550	2SB1116	2SA1020	2SB740	2SB764 2SB892	2SA1287	2SA683

8050、8550 をカバーする国産のトランジスタは SANYO の 2SD1207/2SB892 だけです。（リードは入れ替える必要があります。）通販のサトー電気で購入できます。（@¥50）

さて、S9011 系のトランジスタですが、中国でもっとも広い範囲で使われているトランジスタです。しかし、これは中国製ではありません。韓国製です。ここで S の記号はシリコン材料で後ろの四桁の数字が型番になります。これもオリジナルは SS8050 と同じく米国 Fairchild です。全部で 7 種類があります。それぞれ、9011、9012、9013、9014、9015、9016、9018 になりますが、この中で 9012(pnp)と 9013(npn)、9014(npn)と 9015(pnp)がコンプリになります。9012 と 9013 は小型 OTL パワーアンプの出カトランジスタや小型モーターの制御などによく使われます。9014 と 9015 はプリアンプによく使われますが、電池一本か二本などの低電圧の場合、OTL 回路を使わず、ヘッドホンの直流抵抗が高いので、そのまま負荷として使用される小型家電機器が中国国内では数多く存在します。回路が簡単でコストをさげる特徴があるかも知れません。

最後にこれらのトランジスタは結構入手が難しいと述べましたが、どこで買えるのかという情報についてお知らせします。

	秋月電子	サトー電気	千石電商	若松通商	妙楽堂	Aitendo	Amazon	イーエシ
SS8050	×	×	×	JE8050	○	×	×	○
SS8550	×	×	×	×	○	×	×	○
S8050	UTC8050S	×	×	×	○	○	○	○
S8550	UTC8550S	×	×	×	○	○	○	○
C8050	×	×	×	×	×	×	×	×
C8550	×	×	×	×	×	×	×	×
90XX	×	×	×	×	○	×	○	×

Usha 製の C8050、C8550 については入手先が見つかりませんでした。Alibaba、e-Bay では出品されているようです。