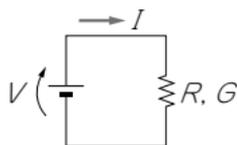


1. 電子回路の基礎知識

1-1 オームの法則



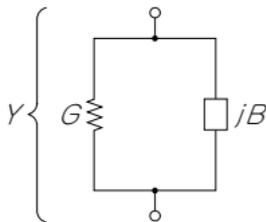
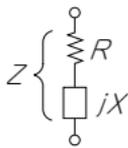
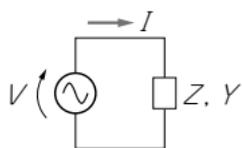
コンダクタンス G [S] = $\frac{1}{R}$ シーメンス

直流電流 I [A] = $\frac{V}{R} = GV$

直流電圧 V [V] = $IR = \frac{I}{G}$

直流電力 P [W] = $VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$
 $= \frac{I^2}{G} = V^2G$

ただし, R : 抵抗 [Ω]



アドミタンス Y [S] = $G + jB = \frac{1}{Z}$

インピーダンス Z [Ω] = $R + jX$

交流電流 I [A] = $\frac{V}{Z} = YV$

交流電圧 V [V] = $IZ = \frac{I}{Y}$

ただし, R : 抵抗 [Ω], X : リアクタンス [Ω], G : コンダクタンス [S],
 B : サセプタンス [S]

2. 電子工学で使われる単位

2-1 電気と磁気の単位

量	量記号	単位記号	単位記号の名称	定義
電流	I	A	アンペア	$\Delta Q/\Delta t$
電気量・電荷	Q	C	クーロン	—
電圧・電位差	V	V	ボルト	—
起電力	E	V	ボルト	—
電気抵抗	R	Ω	オーム	$R = V/I$
インピーダンス	Z	Ω	オーム	—
リアクタンス	X	Ω	オーム	—
コンダクタンス	G	S	シーメンス	$G = 1/R$
抵抗率	ρ	$\Omega \cdot \text{m}$	オーム・メートル	$\rho = RA/l$
導電率	σ	S/m	シーメンス毎メートル	$\sigma = 1/\rho$
磁極	m	Wb	ウェーバ	—
磁界	H	A/m	アンペア毎メートル	$H = F/m$
磁束	Φ	Wb	ウェーバ	—
磁束密度	B	T	テスラ	$B = \Phi/A$
起磁力	F	AT	アンペアターン	$F = NI$
インダクタンス	L	H	ヘンリー	$L = \Phi/I$
透磁率	μ	H/m	ヘンリー毎メートル	$\mu = B/H$
電界	E	V/m	ボルト毎メートル	$E = F/Q$
電束密度	D	C/m ²	クーロン毎平方メートル	—
電束	Ψ	C	クーロン	$\Psi = DA$
静電容量	C	F	ファラド	$C = V/Q$
誘電率	ε	F/m	ファラド毎メートル	$\varepsilon = D/E$
電力	P	W	ワット	—
電力量	W_p	Jまたは W・s	ジュールまたは ワット秒	—

マメ知識 電流の定義

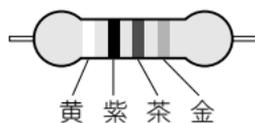
アンペア(A)は、真空中に1mの間隔で平行に置かれた、無限に小さい円形断面積を有する、無限に長い2本の直線状導体のそれぞれに流し続けたときに、これらの導体の長さ1mごとに 2×10^{-7} Nの力を及ぼし合う一定の電流である(理科年表平成28年のSI基本単位より)。

3. 部品定数の読み方・回路図記号

3-1 カラー・コード

表1 抵抗のカラー・コード

色	数字	数値	許容誤差	覚え方の例
銀	—	10^{-2}	$\pm 10\%$	
金	—	10^{-1}	$\pm 5\%$	
黒	0	10^0	$\pm 20\%$	黒い札(0)服
茶	1	10^1	$\pm 1\%$	茶を1杯
赤	2	10^2	$\pm 2\%$	赤いに(2)んじん
橙	3	10^3	—	み(3)かんは橙
黄	4	10^4	—	岸(黄4)恵子
緑	5	10^5	—	みどりご(緑5)
青	6	10^6	—	青二才のロク(6)でなし
紫	7	—	—	紫式(7)部
灰	8	—	—	ハイヤー(灰8)
白	9	—	—	ホワイト・ク(9)リスマス



470Ω ±5%
470μH ±5%

図1 リード付きの抵抗器やコイルの表示例



黄紫茶：470μH

図2 小型コイルの表示例

表2 静電容量温度特性(ppm/°C)と使用温度範囲

C	L	P	R	S	T	U	SL
0	- 80	- 150	- 220	- 330	- 470	- 750	+ 350 ~ 1000
G		H		J		K	
± 30		± 60		± 120		± 250	
D					J		
- 55 ~ + 85 °C					- 25 ~ + 85 °C		

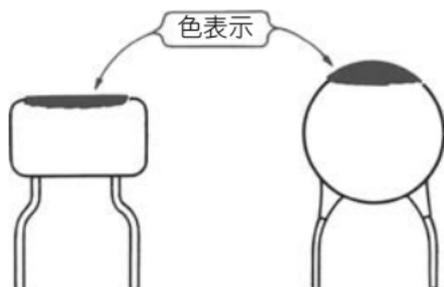
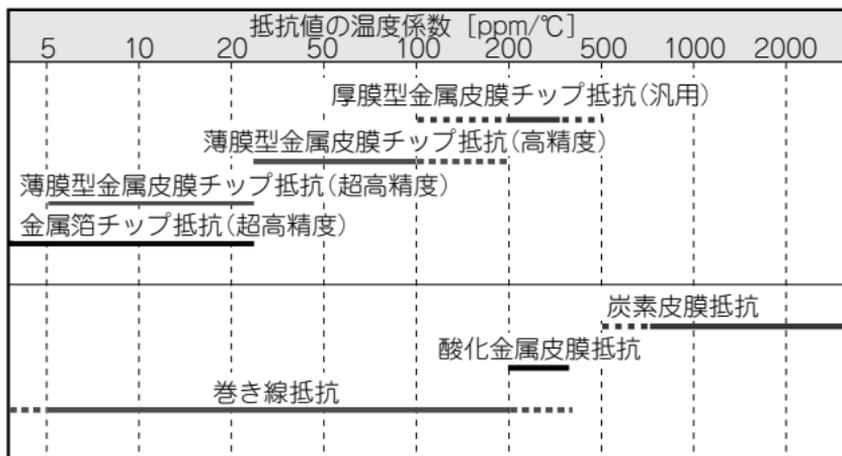
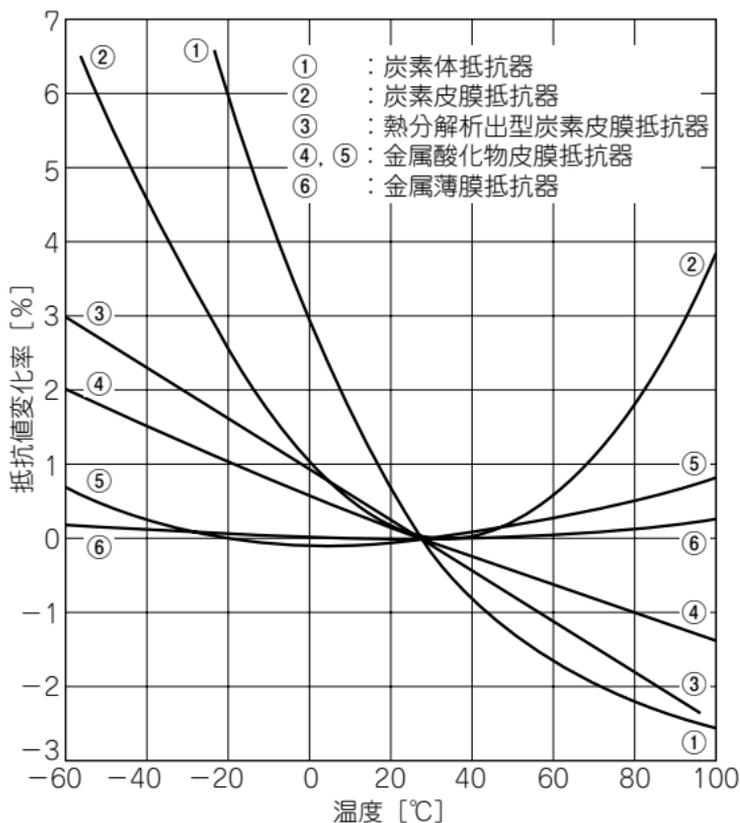


図3 温度補償用コンデンサの色表示

記号	色
C	黒
L	赤
P	黄赤
R	黄
S	緑
T	青
U	紫

4. 抵抗・コイル・コンデンサ

4-1 抵抗器の温度特性



5. よく使われる標準コネクタ

5-1 USB

表1 USB 1.X, USB 2.0標準A, 標準Bコネクタの端子配置

端子	ピン名称	説明	ケーブル
1	V_{BUS}	電源	赤
2	D-	データ(-)	白
3	D+	データ(+)	緑
4	GND	グラウンド	黒
Shell	Shield	メタルシエル	ドレイン・ワイヤ

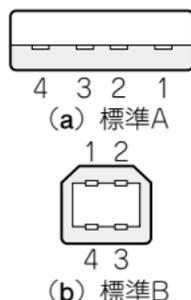


図1 USB 1.X, USB 2.0標準プラグの端子配置

表2 USB 3.0標準A, 標準Bコネクタの端子配置

番号	標準A		標準B	
	ピン名称	説明	ピン名称	説明
1	V_{BUS}	電源	V_{BUS}	電源
2	D-	USB 2.0 データ(-)	D-	USB 2.0 データ(-)
3	D+	USB 2.0 データ(+)	D+	USB 2.0 データ(+)
4	GND	電源用グラウンド	GND	電源用グラウンド
5	SSRX-	SuperSpeed 受信(-)	SSTX-	SuperSpeed 送信(-)
6	SSRX+	SuperSpeed 受信(+)	SSTX+	SuperSpeed 送信(+)
7	GND_DRAIN	信号用グラウンド	GND_DRAIN	信号用グラウンド
8	SSTX-	SuperSpeed 送信(-)	SSRX-	SuperSpeed 受信(-)
9	SSTX+	SuperSpeed 送信(+)	SSRX+	SuperSpeed 受信(+)
Shell	Shield	メタルシエル	Shield	メタルシエル

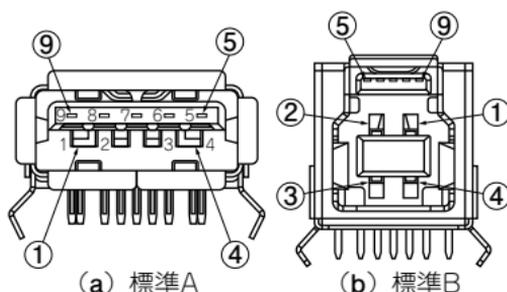


図2 USB 3.0標準レセプタクルの端子配置

6. プリント基板・はんだ

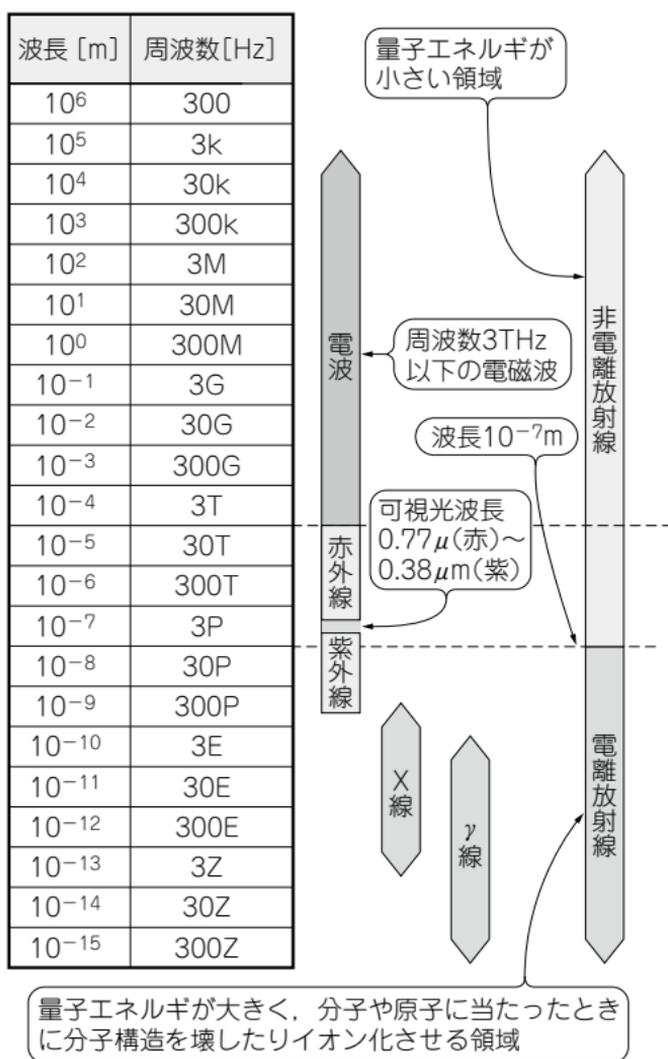
6-1 プリント基板の比誘電率と波長短縮率, 速度, 遅れ時間

比誘電率 $\epsilon_r \doteq 10.5$ のプリント基板材を用いれば、波長は0.31倍ほどに短縮されるので、パターン・アンテナなどをそのぶん小型化できる。このとき1 m当たりの遅れ時間は10.8 nsとなる

比誘電率 ϵ_r	波長短縮率 $1/\sqrt{\epsilon_r}$	媒質中を進む速度 c_M [10^8 m/s]	1 m進むときの 遅れ時間 t_D [ns/m]
2.00	0.707	2.121	4.71
2.50	0.632	1.897	5.27
3.00	0.577	1.732	5.77
3.50	0.535	1.604	6.24
4.00	0.500	1.500	6.67
4.50	0.471	1.414	7.07
5.00	0.447	1.342	7.45
5.50	0.426	1.279	7.82
6.00	0.408	1.225	8.16
6.50	0.392	1.177	8.50
7.00	0.378	1.134	8.82
7.50	0.365	1.095	9.13
8.00	0.354	1.061	9.43
8.50	0.343	1.029	9.72
9.00	0.333	1.000	10.00
9.50	0.324	0.9733	10.27
10.00	0.316	0.9487	10.54
10.50	0.309	0.9258	10.80
11.00	0.302	0.9045	11.06
11.50	0.295	0.8847	11.30
12.00	0.289	0.8660	11.55

7. 電波・無線

7-1 電磁波の周波数による分類



- ※1. PHz=10¹⁵Hz, EHz=10¹⁸Hz, ZHz=10²¹Hz
 ※2. X線(電荷の加減速)と γ 線(核分裂/核融合)は発生機構の区分なので、周波数帯は重なる

8. 充放電できるバッテリー

8-1 主な2次電池の特性と材料

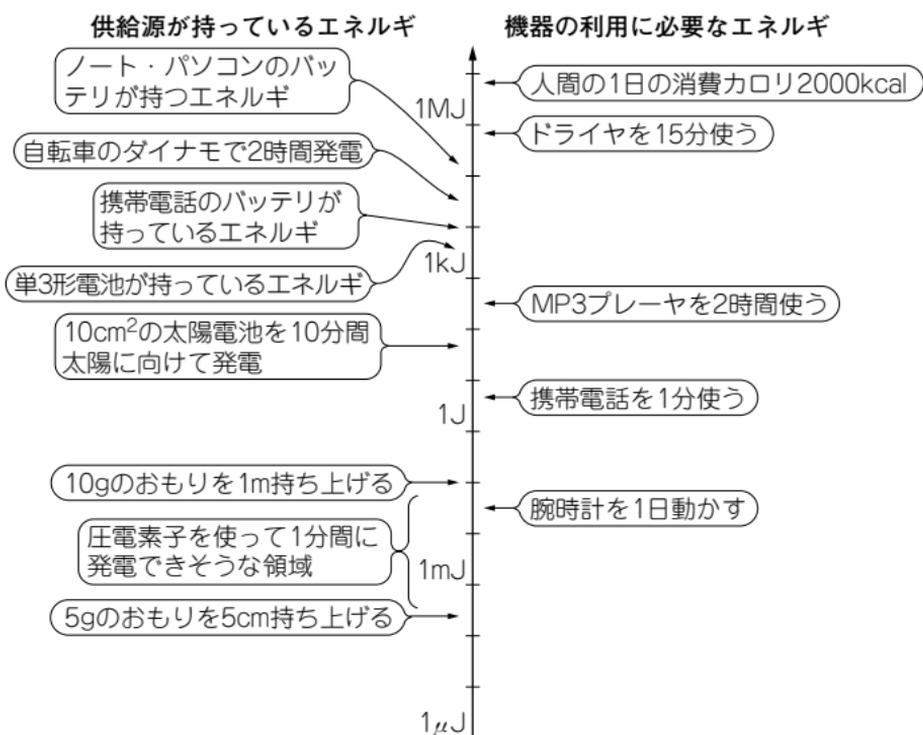
電池名	主な仕様 公称電圧 [V]	エネルギー密度		正極材料 (充電状態)
		[Wh/kg]	[Wh/l]	
鉛蓄電池	約2.0	20～50	50～90	二酸化鉛(PbO ₂)
ニカド蓄電池	1.2	30～70	70～200	ニッケル酸化物 (NiOOHなど)
ニッケル水素蓄電池	1.2	40～100	170～350	ニッケル酸化物 (NiOOHなど)
リチウム・イオン蓄電池	3.6	100～200	200～500	コバルト酸リチウム (LiCoO ₂)など
金属リチウム蓄電池	約3.0	40～80	130～250	リチウム・マンガン 複合化合物 (Li _x MnO _y)など

注：Whはワット時の意。

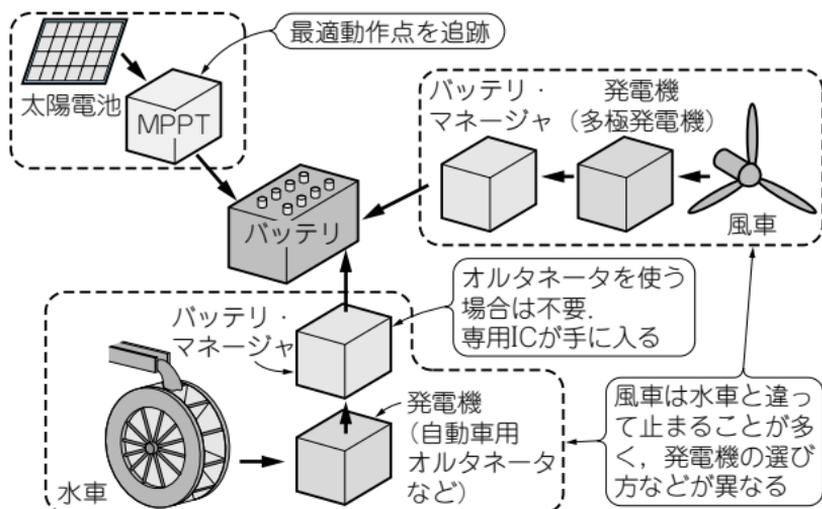
電池名	主な仕様	電解質	負極材料 (充電状態)	主な用途
鉛蓄電池		希硫酸(H ₂ SO ₄)	鉛(Pb)	自動車、バイク、UPS など
ニカド蓄電池		水酸化カリウム (KOHなど)	カドミウム (Cd)など	各種コードレス機器、 電動工具など
ニッケル水素蓄電池		水酸化カリウム (KOHなど)	水素吸蔵合金 (MH)	デジタルカメラ、電動 自転車、ハイブリッド 車など
リチウム・イオン蓄電池		有機電解液	カーボン(C) など	携帯電話、ノート・パ ソコン、ビデオ・カメ ラなど
金属リチウム蓄電池		有機電解液	リチウム・アル ミニウム合 金(LiAl)など	メモリ・バックアップ など

9. 太陽電池・蓄電デバイス・照明デバイス・電気加熱

9-1 エネルギーの大きさとできること



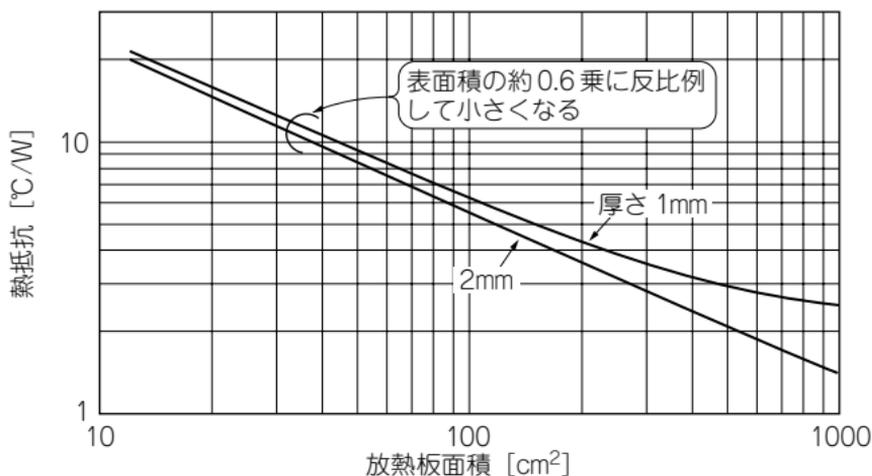
9-2 自然エネルギー発電システムの構成



10. 放熱器の選び方

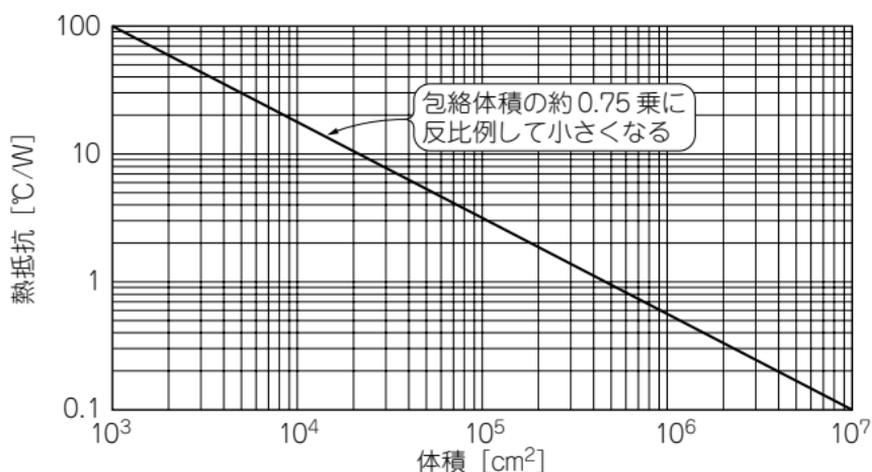
10-1 アルミ板の放熱面積と熱抵抗(厚さ1 mmと2 mm)

表面積が小さいときは、熱抵抗は表面積の約0.6乗に反比例して小さくなる



10-2 アルミ・ブロックの包絡体積と熱抵抗

次の図は、直方体のアルミ・ブロックの包絡体積と熱抵抗の関係を示す。アルミ板や筐体にICを固定したり、適当な放熱器が手元になくアルミ・ブロックを使う場合に利用する。熱抵抗は包絡体積の約0.75乗に反比例して小さくなる



11. 製品出荷に必要な規格・認証マーク

11-1 製品を販売するときに遵守すべき規格一覧

地域	電氣的要求	ノイズ要求		地域
		エミッション (電磁波を受けても 誤動作しない)	イミュニティ (有害な電磁波を 出さない)	
国際	IEC規格 IEC60065 (家庭用機器) IEC60950 (事務用機器) IEC60601 (医療用機器)	IEC規格 IEC61000	CISPR規格	IECとCISPRは別だが、 CISPRはIECの委員会の 一つで同一とみなせる
日本	電気用品安全法 (電安法第1項 適用機器)	IEC規格 IEC61000	電気用品安全法 (製品によっては電 波法ほか)	ノイズ規格は電安法に含 まれる
	電気用品安全法 (電安法第2項 適用機器)	JIS規格+自主規制	VCCI	VCCIは自主審査機関であ り電安法とは全く別物
米国	UL規格	IEC規格 IEC61000	FCC規格	ULは民間組織、FCCは 国の組織で別物
欧州	EN規格 低電圧指令	EN規格 EMC指令		EN規格は電気/ノイズ ともに規定しており統合 された規格

11-2 主要国の環境規制

EU: WEEE指令の対象
製品には、一般ごみとし
て廃棄してはならないこ
とを意味するマーク



中国:
中国版RoHSの
汚染制御マーク



日本:
J-Moss



EU-RoHSと同じ特定
有害物質を含有する
Rマーク



EU-RoHSと同じ特定
有害物質を含有しない
Gマーク

12. 世界のオーディオ関連規格

12-1 JEITAのオーディオ関連規格

JEITA : Japan Electronics and Information Technology Industries Association,
一般社団法人電子情報技術産業協会

規格番号	タイトル	制定/改訂
CP-1105	AV機器のオーディオ信号に関する特性表示方法	2009・03
CP-1203A	AV機器のアナログ信号の接続要件	1998/2007
CP-1212	デジタルオーディオ用オプティカルインターフェース	2002・02
CP-1301A	AV機器のオーディオ信号に関する測定方法	2006/2014
CP-2105	デジタルオーディオ機器の測定方法	2000・03
CP-2301A	DATレコーダーの測定方法	2000・01
CP-2302A	DATレコーダーの測定用テープレコード	2000・01
CP-2313A	定格および性能の表示(カセット式テープレコーダー)	1997・09
CP-2316	磁気テープアナログ録音再生システム	2005・03
CP-2318	放送用音声ファイルフォーマット	2010/2015
CP-2402A	CDプレーヤーの測定方法	1993/2002
CP-2403A	CDプレーヤーの測定用ディスク	1993/2002
CP-2404	ミニディスクレコーダーの測定方法	2001・03
CP-2903B	防磁形スピーカーシステムの分類及び測定方法	1992/2012
CP-2905B	ポータブルオーディオ機器の電池持続時間の測定方法	1992/2003
CP-3351	DVDプレーヤーの測定方法	2002・11
CPR-1205A	デジタルオーディオインターフェース関連規格ガイド	2002/2014
CPR-1902	AV機器用コネクタのピンアサインメント	1997・03
CPR-2312	カセット式テープレコーダーの連続動作性能および耐久性	1991・12
CPR-2601	メモリオーディオの音質表示	2010・03
ED-5101A	音声出力用集積回路測定方法	1992/2003
RC-5226	音響機器用丸型コネクタ	1993・03
RC-8100C	音響機器通則	1991/2014
RC-8101D	音響機器用語	1989/2013
RC-8124B	スピーカーシステム	1995/2012
RC-8160B	マイクروفोन	1988/2012
TT-5003	信号発生器の性能の表し方	1994・08