

1. $B = \mu H$, $H = H_g l_g + H_m l_m \doteq H_g l_g$ (エアギャップが数mm以下の場合)
2. 1T, 1mmのギャップは800AT
3. 空隙に働く力は 1T, 4気圧, 磁束の2乗 (1気圧 \doteq 100kPa)
4. $\Phi = BS$, $\Phi = R_m \cdot nI$ $R_m = \frac{l}{\mu_0 \mu_r S}$
5. $B = \mu H$ 真空の透磁率 $4\pi \times 10^{-7}$
6. LもRもターン数の2乗比例
7. 磁石動作点
$$B = \frac{B_r}{1 + 1.05 \cdot \frac{l_g}{l_m}}$$
8. 磁石動作点固定には エアギャップ/磁石厚 を保つ
9. ネオジム磁石は高温で減磁, フェライト磁石は低温で減磁

単位

H, F, Wb, A/m, S/m, H/m, V/m

Wh, W, A, V, Ω , $S (=1/\Omega)$

Nm, rad/s,

電磁気

1. $\mu_0 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m] $R_m = \frac{1}{\mu_0 \mu_r S}$

2. σ (銅95%) $5E7$ [S/m], $R = \frac{1}{\sigma S}$

3. $\epsilon : 8.854 \times 10^{-12}$ [F/m], $C = \frac{\epsilon S}{l}$

4. $V = d\Phi/dt = L di/dt =$, $V_{rms} = 4.44 f \Phi_{pk}$

5. $\Phi = LI$

電力・電気回路

有効電力 $P = VI \cos \theta$ [W]

無効電力 $Q = VI \sin \theta$ [Var]

皮相電力 $S = VI$ [VA]

ターン数の二乗比で1次換算

抵抗 : R

インダクタンス : $j\omega L$

キャパシタンス : $\frac{1}{j\omega C}$

回転動力学

$P = \omega T$ $F = T/r$

覚えておきたい電機のフレーズ

磁束はV/fにすると（回転数に対して電圧があがる）
 誘導モータのトルクは（実用域のsが数%の範囲にて）すべりに比例. 回転数を検出して回転数より数%早い周波数をインバータで制御して与える
 ∴ 誘導モータでトルク一定, sf(すべり×周波数) かつV/f一定

4. $4.44f\Phi$ で 磁束を電圧実効値に換算

$$d\Phi/dt \propto \omega = 2\pi f, \quad 1/\sqrt{2} \text{ で実行} \quad = 2\pi f/\sqrt{2} = 4.44f$$

直流モータ(ブラシ付きモータ)

$$V = RI + E$$

($E = kt\omega$, kt はトルク定数Nm/A=誘起電圧定数 V/rad/s, ω は角速度 rad/s)

最高回転の半分付近で最大出力

直流モータ(ブラシ付きモータ)は, ターン数UPはトルク上がるが, 最高回転数下がる(最大トルクと最高速は相反する)

抵抗の温度換算

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{234.5 + t_2}{234.5 + t_1}$$

表皮厚

$$\sqrt{\frac{1}{\pi\mu f\sigma}}$$

周波数 (Hz)	銅 (導電率 5.8×10^7 S/m)
50	約 9.3 mm
100	約 6.6 mm
500	約 2.9 mm
1000	約 2.1 mm

素材物性値(およその目安です)

	引っ張り強さ Mpa	耐力 Mpa	比重 g/cm ³	線膨張係数 μm/k
S45C (構造用の鉄)	690	490		
SS400 (普通の鉄)	400	214	7.87	11.7
ハイテン材 高張力鋼板	590	285		
スーパーハイテン 超高張力鋼板	1180	825		
SUS304	520	205	7.9	17.3
A5052 汎用アルミ	225	125	2.68	23.8
A2017 ジュラルミン	425	275	2.79	23.6
A7075 (超超ジュラルミン)	570	505	2.80	23.6
銅	230	200	8.93	17.7
チタン合金	895	825	4.51	8.4

金属名	導電率 (S/m)	特徴
銀 (Ag)	約 6.3×10^7	最高の電気伝導率を持つ。腐食耐性が高い。
銅 (Cu)	約 5.96×10^7	配線に広く使用され、伝導性が優秀。
金 (Au)	約 4.10×10^7	腐食耐性があり高精度機器で活躍。
アルミニウム (Al)	約 3.5×10^7	軽量で広範囲に利用される。
タングステン (W)	約 1.79×10^7	耐熱性が非常に高い。
亜鉛 (Zn)	約 1.69×10^7	腐食耐性があるバッテリーで利用。
鉄 (Fe)	約 1.00×10^7	磁性を持ち幅広く使用される。
白金 (Pt)	約 9.43×10^6	腐食耐性と耐久性に優れる。

- 断熱温度上昇の基本式

- 式： $j^2 \rho / (dc)$
- 各パラメータ：
 - j : 電流密度 (A/m^2)
 - ρ : 抵抗率 (Ωm)
 - d : 比重
 - c : 比熱 ($J/kg \cdot K$)

- 銅線の例

- 条件：
 - 電流密度： $10 A/mm^2$
 - 抵抗率： $2 \times 10^{-8} \Omega m$
 - 比熱： $380 J/kg \cdot K$
 - 比重：8900
- 結果： $0.6^\circ C/秒$

- 発熱量： $j^2 \rho L$ (ジュール熱による発熱)
- 熱容量： $sLdc$ (物体が蓄えられる熱量)

円板の慣性モーメント (Inertia for Disk)

- 計算式:

$$J = \frac{\pi}{32} \rho \cdot L \cdot D^4 = \frac{MD^2}{8}$$

ここで、

- J : 慣性モーメント
- ρ : 密度
- L : 厚さ (または長さ)
- D : 直径
- M : 質量

- 例:

- $D = 0.1\text{m}$
- $\rho = 7.9 \times 10^3\text{kg/m}^3$
- $L = 0.1\text{m}$
- 上記より計算される質量 $M = 6.2\text{kg}$
- 慣性モーメント $J = 0.007756\text{kg} \cdot \text{m}^2$

- 比例関係:

$$J \propto \rho D^4 L \text{ (パラメータを置き換えることで簡単に計算できる)}$$

円板の加速トルク (Accelerating Torque for the above Disk)

- 例:

- 0 rpm から 10000 rpm (1047 rad/sec) までを 1 秒で加速
- 角加速度 $\ddot{\theta} = 1047\text{rad/s}^2$

- トルクの計算式:

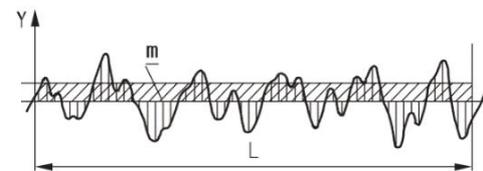
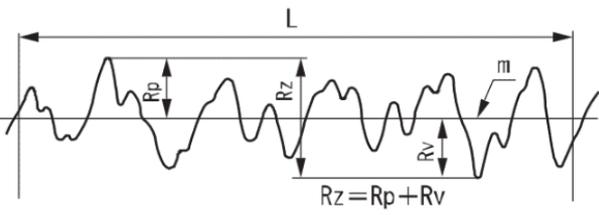
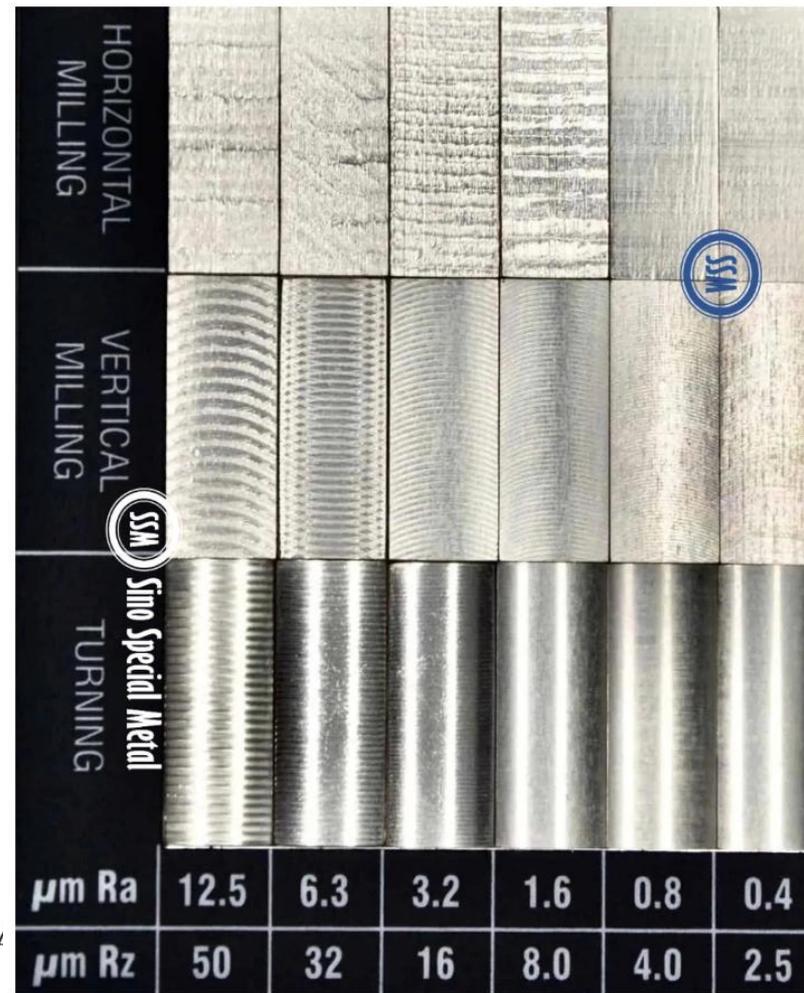
$$T = J\ddot{\theta}$$

- 計算結果:

$$T = 0.007756 \times 1047 = 8.12\text{Nm}$$

新旧JIS 比較

旧JIS記号	Rz	適用例	加工	新JIS (例)
	0.8S~	鏡面仕上げ	研磨	
	6.3S~1.6S	摺動面、シール面、しまりばめ	研削	
	25S~12.5S	部品同士の接触すきまばめ	切削	
	100S~50S	さほど重要でない切削面	切削	
		黒皮のまま、もしくは黒皮を取る程度	除去加工要否を問わない	✓
			除去加工を禁止	⊗



$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx$$

普通公差表 | 長さ (単位 : mm)

基準となる寸法の区分	公差等級			
	精級 (f)	中級 (m)	粗級 (c)	極粗級 (v)
0.5以上3以下	±0.05	±0.1	±0.2	-
3を超え6以下	±0.05	±0.1	±0.3	±0.5
6を超え30以下	±0.1	±0.2	±0.5	±1
30を超え120以下	±0.15	±0.3	±0.8	±1.5
120を超え400以下	±0.2	±0.5	±1.2	±2.5
400を超え1000以下	±0.3	±0.8	±2	±4
1000を超え2000以下	±0.5	±1.2	±3	±6
2000を超え4000以下	-	±2	±4	±8

基準穴	軸の公差域クラス																
	すきまばめ						中間ばめ				しまりばめ						
H6						g5	h5	js5	k5	m5							
					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6					
H7					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
				e7	f7		h7	js7									
H8					f7		h8										
				e8	f8		h9										
			d9	e9													
H9			d8	e8			h8										
		c9	d9	e9			h9										
H10	b9	c9	d9														

基準穴	軸の公差域クラス																
	すきまばめ						中間ばめ				しまりばめ						
H6						g5	h5	js5	k5	m5							
					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6					
H7					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
				e7	f7		h7	js7									
H8					f7		h8										
				e8	f8		h9										
			d9	e9													
H9			d8	e8			h8										
		c9	d9	e9			h9										
H10	b9	c9	d9														

穴の公差表

寸法区分[mm]		E			F			G		H						JS		J		K		M		N		P		R	
を越え	以下	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H5	H6	H7	H8	H9	H10	JS6	JS7	J6	J7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P7	R7		
3	6	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+12 +4	+16 +4	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	±4	±6	+5 -3	±6	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	-5 -13	-4 -16	-8 -20	-11 -23		
6	10	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+14 +5	+20 +5	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	±4.5	±7.5	+5 -4	+8 -7	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	-7 -16	-4 -19	-9 -24	-13 -28		
10	14	+50	+59	+75	+27	+34	+43	+17	+24	+8	+11	+18	+27	+43	+70	±5.5	±9	+6	+10	+2	+6	-4	0	-9	-5	-11	-16		
14	18	+32	+32	+32	+16	+16	+16	+6	+6	0	0	0	0	0	0	±5.5	±9	-5	-8	-9	-12	-15	-18	-20	-23	-29	-34		
18	24	+61	+73	+92	+33	+41	+53	+20	+28	+9	+13	+21	+33	+52	+84	±6.5	±10.5	+8	+12	+2	+6	-4	0	-11	-7	-14	-20		
24	30	+40	+40	+40	+20	+20	+20	+7	+7	0	0	0	0	0	0	±6.5	±10.5	-5	-9	-11	-15	-17	-21	-24	-28	-35	-41		
30	40	+75	+89	+112	+41	+50	+64	+25	+34	+11	+16	+25	+39	+62	+100	±8	±12.5	+10	+14	+3	+7	-4	0	-12	-8	-17	-25		
40	50	+50	+50	+50	+25	+25	+25	+9	+9	0	0	0	0	0	0	±8	±12.5	-6	-11	-13	-18	-20	-25	-28	-33	-42	-50		
50	65	+90	+106	+134	+49	+60	+76	+29	+40	+13	+19	+30	+46	+74	+120	±9.5	±15	+13	+18	+4	+9	-5	0	-14	-9	-21	-30		
65	80	+60	+60	+60	+30	+30	+30	+10	+10	0	0	0	0	0	0	±9.5	±15	-6	-12	-15	-21	-24	-30	-33	-39	-51	-62		
80	100	+107	+126	+159	+58	+71	+90	+34	+47	+15	+22	+35	+54	+87	+140	±11	±17.5	+16	+22	+4	+10	-6	0	-16	-10	-24	-38		
100	120	+72	+72	+72	+36	+36	+36	+12	+12	0	0	0	0	0	0	±11	±17.5	-6	-13	-18	-25	-28	-35	-38	-45	-59	-76		
120	140																												
140	160	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+39 +14	+54 +14	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	±12.5	±20	+18 -7	+26 -14	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-28 -68	-48 -88		
160	180																												
180	200																												
200	225	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+44 +15	+61 +15	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	±14.5	±23	+22 -7	+30 -16	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-33 -79	-60 -106		
225	250																												
250	280	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+49 +17	+69 +17	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	±16	±26	+25 -7	+36 -16	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-33 -88	-74 -126		
280	315																												
315	355	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+54 +18	+75 +18	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	±18	±28.5	+29 -7	+39 -18	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-41 -98	-87 -144		
355	400																												
400	450	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+60 +20	+83 +20	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	±20	±31.5	+33 -7	+43 -20	+8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-45 -108	-103 -166		
450	500																												

軸の公差表

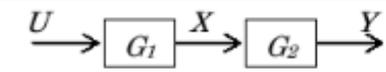
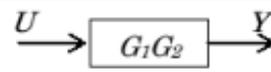
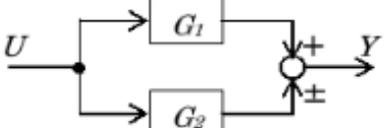
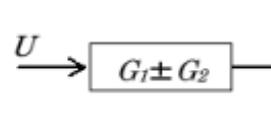
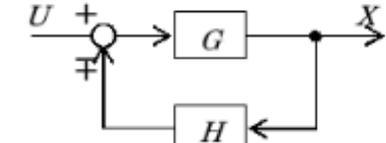
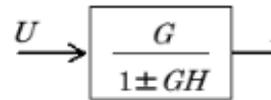
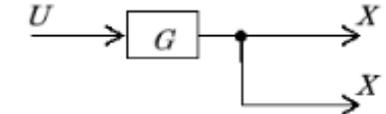
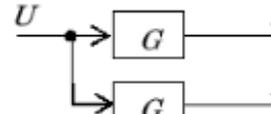
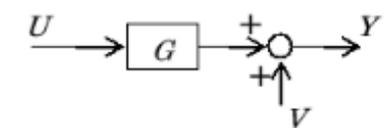
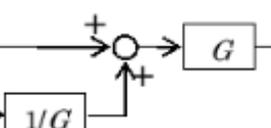
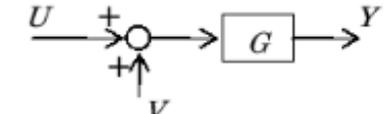
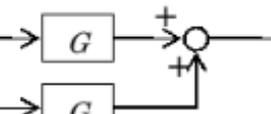
寸法の区分[mm]		d		e			f			g		h					js			j		k		m		n	p	r
を越え	以下	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	js5	js6	js7	j5	j6	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6
3	6	-30 -48	-30 -60	-20 -32	-20 -38	-20 -50	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-4 -9	-4 -12	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	±2.5	±4	±6	+3 -2	+6 -2	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15
6	10	-40 -62	-40 -76	-25 -40	-25 -47	-25 -61	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-5 -11	-5 -14	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	±3	±4.5	±7.5	+4 -2	+7 -2	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19
10	14	-50 -77	-50 -93	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-6 -14	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	±4	±5.5	±9	+5 -3	+8 -3	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +12	+23 +23	+29 +18	+34 +23
14	18	-65 -98	-65 -117	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-7 -16	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	±4.5	±6.5	±10.5	+5 -4	+9 -4	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28
24	30	-80 -119	-80 -142	-50 -75	-50 -89	-50 -112	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-9 -20	-9 -25	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	±5.5	±8	±12.5	+6 -5	+11 -5	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34
30	40	-100 -146	-100 -174	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-10 -23	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	±6.5	±9.5	±15	+6 -7	+12 -7	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +43
65	80	-120 -174	-120 -207	-72 -107	-72 -126	-72 -159	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-12 -27	-12 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	±7.5	±11.5	±17.5	+6 -9	+13 -9	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +54
80	100	-145 -208	-145 -245	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-43 -68	-43 -83	-43 -106	-14 -32	-14 -39	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	±9	±12.5	±20	+7 -11	+14 -11	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63
140	160	-170 -242	-170 -285	-100 -146	-100 -172	-100 -215	-50 -79	-50 -96	-50 -122	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+7 -13	+16 -13	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77
160	180	-190 -271	-190 -320	-110 -162	-110 -191	-110 -240	-56 -88	-56 -108	-56 -137	-17 -40	-17 -49	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130	±11.5	±16	±26	+7 -16	±16	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+109 +80
200	225	-210 -299	-210 -350	-125 -182	-125 -214	-125 -265	-62 -98	-62 -119	-62 -151	-18 -43	-18 -54	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	±12.5	±18	±28.5	+7 -18	±18	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+113 +84
225	250	-230 -327	-230 -385	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	±13.5	±20	±31.5	+7 -20	±20	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+126 +94
250	280	-230 -327	-230 -385	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	±13.5	±20	±31.5	+7 -20	±20	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+126 +94
280	315	-210 -299	-210 -350	-125 -182	-125 -214	-125 -265	-62 -98	-62 -119	-62 -151	-18 -43	-18 -54	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	±12.5	±18	±28.5	+7 -18	±18	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+114 +84
315	355	-230 -327	-230 -385	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	±13.5	±20	±31.5	+7 -20	±20	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+126 +94
355	400	-230 -327	-230 -385	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	±13.5	±20	±31.5	+7 -20	±20	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+126 +94
400	450	-230 -327	-230 -385	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	±13.5	±20	±31.5	+7 -20	±20	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+126 +94
450	500	-230 -327	-230 -385	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	±13.5	±20	±31.5	+7 -20	±20	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+126 +94

記号	名称	補足説明または用途	単位	記号	名称	補足説明または用途	単位
A (Alpha)	アルファ(大文字)	(ほぼ使わない)	-	α (alpha)	アルファ(小文字)	ある角度	rad
B (Beta)	ベータ(大文字)	(ほぼ使わない)	-	β (beta)	ベータ(小文字)	, α と直交するベクトル β	rad
Γ (Gamma)	ガンマ(大文字)	ガンマ関数、比熱比	無単位	γ (gamma)	ガンマ(小文字)	比熱比、ガンマ線	無単位
Δ (Delta)	デルタ(大文字)	変化量、差分	無単位	δ (delta)	デルタ(小文字)	位相差, ずれ角、膜厚	rad, m
E (Epsilon)	イプシロン(大文字)	(ほぼ使わない)	-	ε (epsilon)	イプシロン(小文字)	ひずみ、誘電率、効率	無単位, %
Z (Zeta)	ゼータ(大文字)	(ほぼ使わない)	-	ζ (zeta)	ゼータ(小文字)	減衰比	無単位
H (Eta)	オミクロン(大文字)	(ほぼ使わない)	Pa·s	η (eta)	イータ(小文字)	効率	%
Θ (Theta)	シータ(大文字)	角度、温度	rad, K	θ (theta)	シータ(小文字)	角度、温度	rad, K
I (Iota)	イオータ(大文字)	(ほぼ使わない)	-	ι (iota)	イオータ(小文字)	(ほぼ使わない)	-
K (Kappa)	カッパ(大文字)	(ほぼ使わない)	-	κ (kappa)	カッパ(小文字)	曲率、伝熱係数	1/m, W/(m·K)
Λ (Lambda)	ラムダ(大文字)	固有値、波長	無単位, m	λ (lambda)	ラムダ(小文字)	波長、減衰係数	m
M (Mu)	ミュー(大文字)	動粘度、磁気透磁率	Pa·s, H/m	μ (mu)	ミュー(小文字)	磁気透磁率, 動粘度、	Pa·s, H/m
N (Nu)	ニュー(大文字)	(ほぼ使わない)	-	ν (nu)	ニュー(小文字)	速度、動粘度	m/s, m ² /s
Ξ (Xi)	クシー(大文字)	固有ベクトル、減衰率	無単位	ξ (xi)	クシー(小文字)	減衰率	無単位
O (Omicron)	オミクロン(大文字)	(ほぼ使わない)	-	o (omicron)	オミクロン(小文字)	(ほぼ使わない)	-
Π (Pi)	パイ(大文字)	円周率、積分記号	無単位	π (pi)	パイ(小文字)	円周率	無単位
P (Rho)	ロー(大文字)	(ほぼ使わない)	-	ρ (rho)	ロー(小文字)	抵抗率、密度	Ω m, kg/m ³
Σ (Sigma)	シグマ(大文字)	総和記号	無単位	σ (sigma)	シグマ(小文字)	導電率、応力、標準偏差	S/m, Pa, N/m ²
T (Tau)	タウ(大文字)	(ほぼ使わない)	-	τ (tau)	タウ(小文字)	トルク, 時定数, せん断応力	Nm, s, Pa,
Υ (Upsilon)	ウプシロン(大文字)	(ほぼ使わない)	-	υ (upsilon)	ウプシロン(小文字)	流速、速度	m/s
Φ (Phi)	ファイ(大文字)	磁束、角度	Wb, rad	ϕ (phi)	ファイ(小文字)	磁束、角度	Wb, rad
X (Chi)	カイ(大文字)	磁化率	無単位	χ (chi)	カイ(小文字)	磁化率	無単位
Ψ (Psi)	プシー(大文字)	鎖交磁束実効値	Wb,	ψ (psi)	プシー(小文字)	鎖交磁束瞬時値	Wb,
Ω (Omega)	オメガ(大文字)	抵抗	Ω	ω (omega)	オメガ(小文字)	角速度、角周波数	rad/s

記号	名称	補足説明または用途	単位	記号	名称	補足説明・用途	単位
A	面積	-	m ²	a	-	(空白)	-
B	磁束密度	Magnetic Flux Density	T(テスラ)	b	-	(空白)	-
C	静電容量	高速通信やエネルギー貯蔵に関係	F(ファラド)	c	電荷	Charge	C(クーロン)
D	電束	Electric Flux	C/m ²	d	-	(空白)	-
E	誘起電圧、電界、エネルギー	文脈により意味が変わる	V, N/C, J	e	電荷	elementary charge など文脈依存	C
F	力	Force	N(ニュートン)	f	周波数	Frequency	Hz
G	重力加速度	常に約9.81 m/s ²	m/s ²	g	重力加速度	約9.81 m/s ²	m/s ²
H	磁界	Magnetic Field	A/m	h	磁界	Magnetic Field	A/m
I	電流実効値、慣性モーメント	RMS Current / Moment of Inertia	A, kg・m ²	i	電流瞬時値、虚数単位	instantaneous current / $\sqrt{-1}$	A, unitless
J	電流密度、慣性モーメント	-	A/m ² , kg・m ²	j	虚数単位、電流密度	engineers often use j = $\sqrt{-1}$	A/m ²
K	比例定数(バネ定数)	Spring constant, etc.	N/m	k	比例定数	バネ定数など	N/m
L	自己インダクタンス	Self-inductance	H(ヘンリー)	l	-	(空白)	-
M	相互インダクタンス	Mutual inductance	H	m	-	(空白)	-
N	ターン数	コイル巻数	-	n	回転数、ターン数	number of turns, RPM	- , RPM
O	(空白・未定義)	-	-	o	-	(空白)	-
P	極数、電力	極対数PnとPowerの2通り	- , W	p	-	極数か電力かは文脈依存	- , W
Q	電荷、無効電力、熱量	多義語	C, var, J	q	電荷	charge	C
R	抵抗	Resistance	Ω	r	抵抗、半径	resistance / radius	Ω, m
S	面積	(Aと同様)	m ²	s	面積	area	m ²
T	トルク	Torque	N・m	t	時間	time	s(秒)
U	速度	Velocity	m/s	u	速度	velocity	m/s
V	電圧実効値、速度	Voltage RMS and Velocity	V, m/s	v	電圧瞬時値、速度	instantaneous voltage / velocity	V, m/s
W	電力実効値	Power RMS	W	w	-		-
X	リアクタンス	Reactance	Ω	x	-		-
Y	アドミタンス(1/Z)	Admittance	S(ジーメンズ)	y	-		-
Z	インピーダンス	Impedance	Ω	z	回転軸方向ベクトル	軸方向成分	-

$f(t)$	$\mathcal{L}[f(t)]$	$f(t)$	$\mathcal{L}[f(t)]$
$\delta(t)$	1	1	$\frac{1}{s}$
t	$\frac{1}{s^2}$	t^n	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$	$e^{-at}t^n$	$\frac{n!}{(s+a)^{n+1}}$
$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$	$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s+a)^2 + \omega^2}$
$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$	$e^{-at} \cos \omega t$	$\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega^2}$

ラプラス変換前	ラプラス変換後
$f(t)$	$F(s)$
$a (t > 0)$	$\frac{a}{s}$
$\frac{dx(t)}{dt}$	$sX(s) - x(0)$
$\int_0^{\infty} x(t)dt$	$\frac{1}{s}X(s)$
e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$

	変換動作	変換前	変換後
1	直列結合		
2	並列結合		
3	フィードバック結合		
4	引出し点の要素前への移動		
5	引出し点の要素後への移動		
6	加え合せ点の要素前への移動		
7	加え合せ点の要素後への移動		

モデル	物理方程式	伝達関数 (H(s))	ステップ応答	振幅	位相	固有値
CとRの並列回路	$I(t) = C \frac{dV}{dt} + \frac{V}{R}$	$H(s) = \frac{1}{RCs + 1}$	$h(t) = \frac{1}{RC} e^{-t/(RC)}$	$ H(j\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$	$\phi(\omega) = -\arctan(\omega RC)$	時定数: $1 / RC$
LとRの直列回路	$V(t) = L \frac{dI}{dt} + RI(t)$	$H(s) = \frac{1}{Ls + R}$	$h(t) = \frac{1}{L} e^{-\frac{R}{L}t}$	$ H(j\omega) = \frac{1}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$	$\phi(\omega) = -\arctan\left(\frac{\omega L}{R}\right)$	時定数: R / L
2次LCR回路	$V(t) = L \frac{dI}{dt} + RI(t) + \frac{1}{C} \int I(t) dt$	$H(s) = \frac{1}{Ls^2 + Rs + \frac{1}{C}}$				$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \quad \zeta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$
1次マスバネ系	$c \frac{dy}{dt} + ky = u(t)$	$H(s) = \frac{1}{cs + k}$		$ H(j\omega) = \frac{1}{\sqrt{(k)^2 + (\omega c)^2}}$	$\phi = -\arctan\left(\frac{\omega c}{k}\right)$	時定数: k / c
2次マスバネ系	$m\ddot{y}(t) + c\dot{y}(t) + ky(t) = u(t)$	$H(s) = \frac{1}{ms^2 + cs + k} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$		$ H(j\omega) = \frac{1}{ -m\omega^2 + jc\omega + k }$		$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $\zeta = \frac{c}{2\sqrt{km}} = \frac{c}{2m\omega_n}$
1次モーメント	$J \frac{d\omega(t)}{dt} + K_t \cdot \omega(t) = K_t \cdot u(t)$	$H(s) = \frac{K_t}{Js + K_t}$		$ H(j\omega) = \frac{K_t}{\sqrt{(K_t)^2 + (\omega J)^2}}$	$\phi(\omega) = -\arctan\left(\frac{\omega J}{K_t}\right)$	時定数 ; K_t / J
モーメント位置決め(2次系)	$J\ddot{\theta}(t) + K_t\dot{\theta}(t) = K \cdot u(t)$	$H(s) = \frac{K}{Js^2 + K_t s}$			ゲインは $\propto \frac{1}{\omega^2}$ に落ちる (積分挙動)	極 (pole) は : $s = 0$ (積分) と $s = -\frac{K_t}{J}$

ラプラス変換で同じ係数であれば, 同じ挙動なので置き換えて考えられるよ!

$$H(s) = \frac{1}{Ls^2 + Rs + \frac{1}{C}}$$

$$H(s) = \frac{1}{ms^2 + cs + k}$$

抵抗がダンパ減衰で, インダクタンスが慣性質量,
1/Cがバネの様な振る舞いをする

モデル	物理方程式	伝達関数 (H(s))	周波数特性	位相特性	発散条件
CとRの並列回路	$I(t) = C \frac{dV}{dt} + \frac{V}{R}$	$H(s) = \frac{1}{RCs + 1}$	高周波で減衰、低周波で伝達効率が向上	高周波で位相遅れ、低周波で位相進みが安定	R = ∞ または C = 0 の場合に発散
LとRの直列回路	$V(t) = L \frac{dI}{dt} + RI(t)$	$H(s) = \frac{1}{Ls + R}$	低域で電圧が伝達され、高域で減衰が顕著	低周波域で位相進み、高周波域で位相遅れが発生	R = 0 の場合に発散
2次LCR回路	$V(t) = L \frac{dI}{dt} + RI(t) + \frac{1}{C} \int I(t) dt$	$H(s) = \frac{1}{Ls^2 + Rs + \frac{1}{C}}$	共振周波数で増幅、帯域外では減衰傾向	共振周波数付近で急激な位相変化が観察される	R = 0 且つ 1/LC > 0 の場合に発散
1次マスバネ系	$c \frac{dy}{dt} + ky = u(t)$	$H(s) = \frac{1}{cs + k}$	高域で減衰が強く、低域で安定した特性	高周波域で位相遅れ、低周波域で位相進みが確認される	c = 0 の場合に発散
2次マスバネ系	$m\ddot{y}(t) + c\dot{y}(t) + ky(t) = u(t)$	$H(s) = \frac{1}{ms^2 + cs + k}$	ダンピング係数によって振動特性が変化	ダンピングが低い場合、共振が顕著で位相進みが強い	c = 0 且つ k = 0 の場合に発散
1次モータトルク	$J \frac{d\omega(t)}{dt} + K_t \cdot \omega(t) = K_t \cdot u(t)$	$H(s) = \frac{K_t}{Js + K_t}$	応答速度が遅い場合トルクが安定し、高速で減衰が増加	高周波で位相遅れが発生、低周波域で位相進み傾向	K t = 0 の場合に発散
モータ位置決め(2次系)	$J\ddot{\theta}(t) + K_t\dot{\theta}(t) = K \cdot u(t)$	$H(s) = \frac{K}{Js^2 + K_t s}$	高速動作で応答遅れや振動解析に有用	高速動作時には位相進み、低速では位相遅れが強まる傾向	K t = 0 且つ K = 0 の場合に発散

波形	フーリエ級数の式	特徴
方形波	$f(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1,3,5,\dots} \frac{\sin(n\omega t)}{n}$	奇数次数の正弦波成分のみ
三角波	$f(t) = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1,3,5,\dots} \frac{(-1)^{(n-1)/2}}{n^2} \sin(n\omega t)$	奇数次数の正弦波、減衰は $1/n^2$
ノコギリ波	$f(t) = \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \sin(n\omega t)$	全次数の正弦波、減衰は $1/n$
半波整流波	$f(t) = \frac{a}{2} + \frac{2a}{\pi} \sum_{n=1,2,3,\dots} \frac{\sin(n\omega t)}{n}$, ここで a は振幅	直流成分を含む

- https://ocw.cc.sophia.ac.jp/wp-content/uploads/2019/02/2009SCT50900_1_01.pdf

言えるかな？

$$(X*Y)^2$$

$$(X^2*Y^2)$$

$$A \cong B$$

$$\sqrt[4]{(x+y)^3}$$

数式・記号	英語での発音例	特徴
a/b	"a over b"	分数。分子を先に読む点に注意。
x^n	"x to the power of n"	累乗。指数は "to the power of"。
\sqrt{x}	"the square root of x"	平方根。
10^{-3}	"ten to the minus three"	負の指数の読み方が特別。
$\int f(x)dx$	"the integral of f of x with respect to x"	積分のフォーマルな読み方。
$\partial f/\partial x$	"partial f with respect to x"	偏微分。"partial" の発音が特徴的。
$\sum_{i=1}^n a_i$	"the summation of a sub i from i equals one to n"	総和記号。表現が長くなることも。

微分と積分の例	$\frac{dy}{dx}$	"The derivative of y with respect to x"
	$\frac{\partial f}{\partial x}$	"Partial derivative of f with respect to x"
	$\int_a^b f(x)dx$	"The integral of f of x from a to b with respect to x"
数列・級数	$\sum_{i=1}^n a_i$	"The summation of a sub i from i equals one to n"