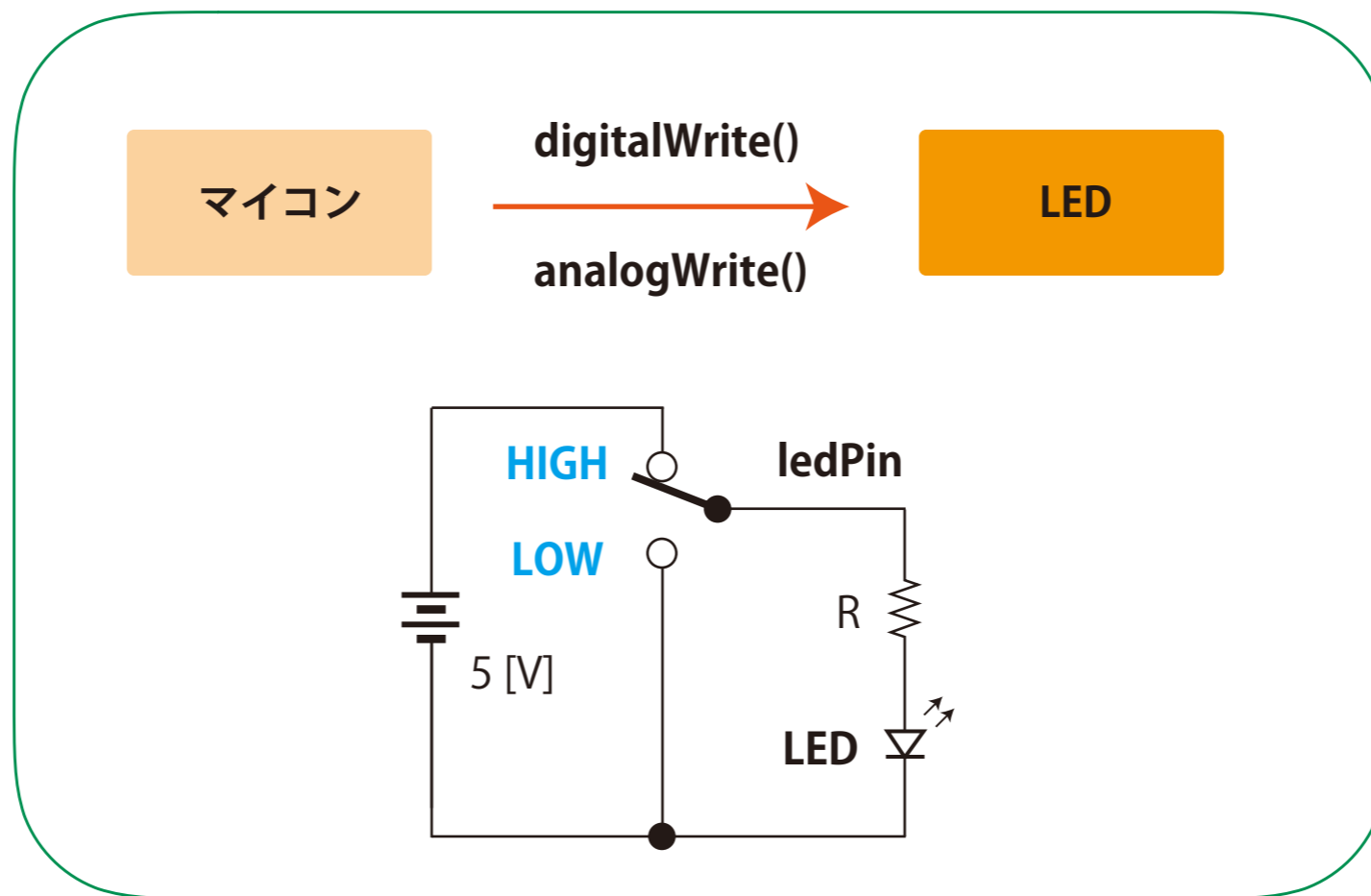


# AI/IoTセンサのしくみを知ろう(基礎編)

## 第3回 LEDを光らせる



川上 博

2019/05/25

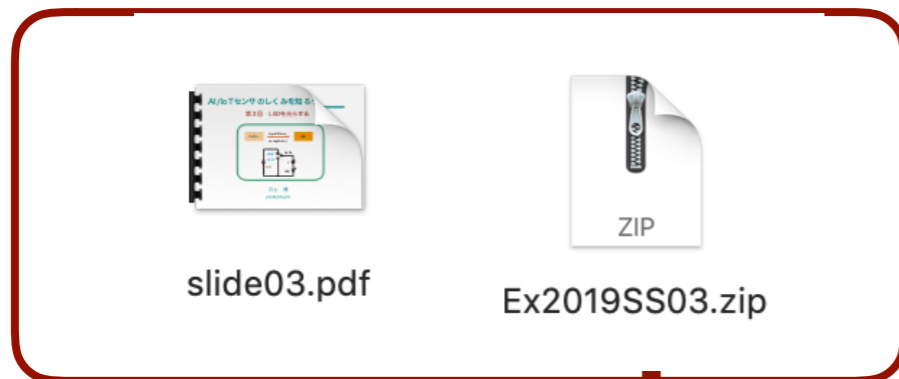
## 今日のテーマ

---

- (1) 前回の復習：JJ7 ボード上のLEDを点滅させる
  - ・点滅部分を「関数」で書いてみる
  
- (2) LEDの明るさを徐々に変えるにはどうすればいいのだろう
  - ・ analogWrite() 関数を書いてみる
  - ・ 応用：圧電ブザーを鳴らす

# 今日の資料を準備する

<http://web.is.tokushima-u.ac.jp/share/R01/sensor/>



解凍

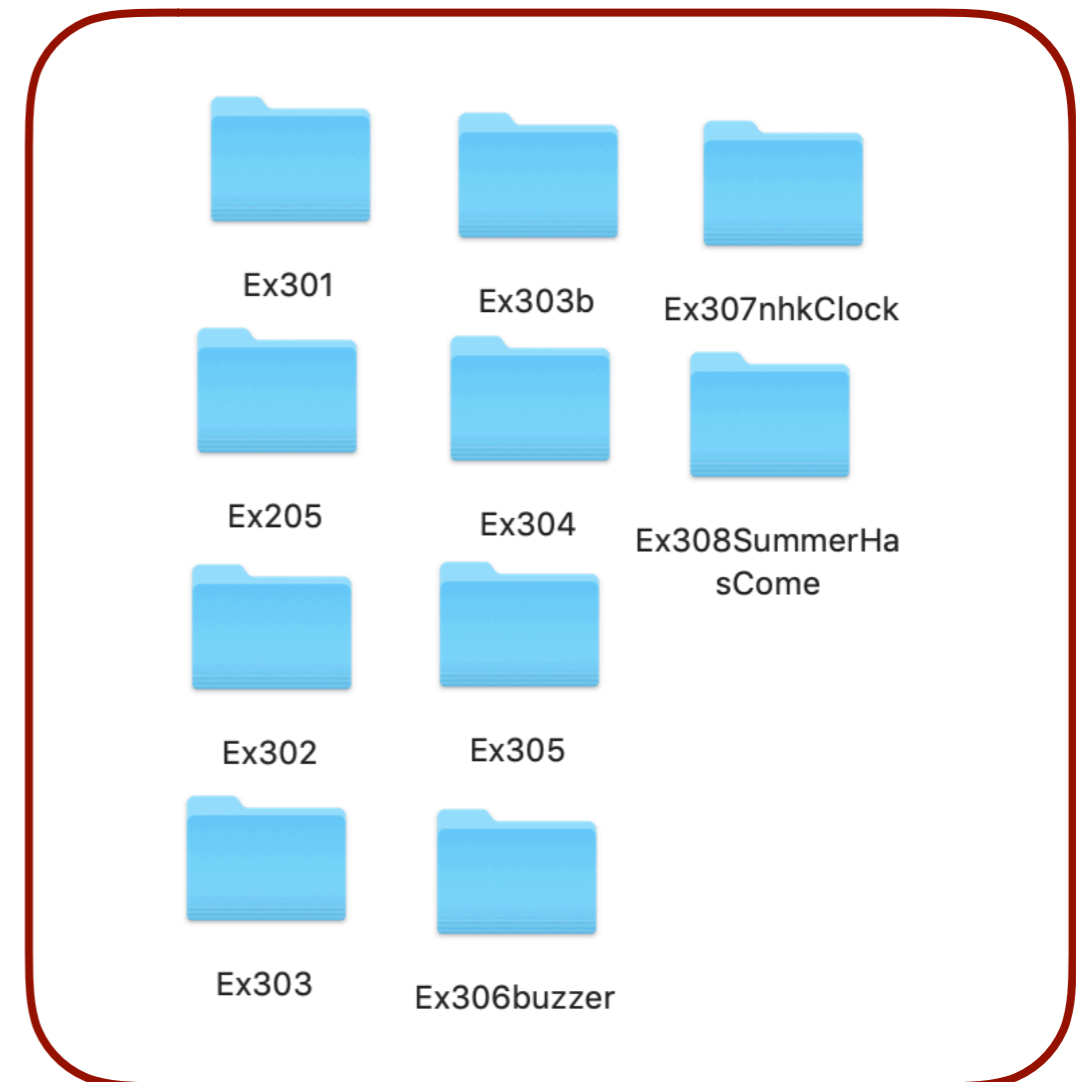


中味

保存先

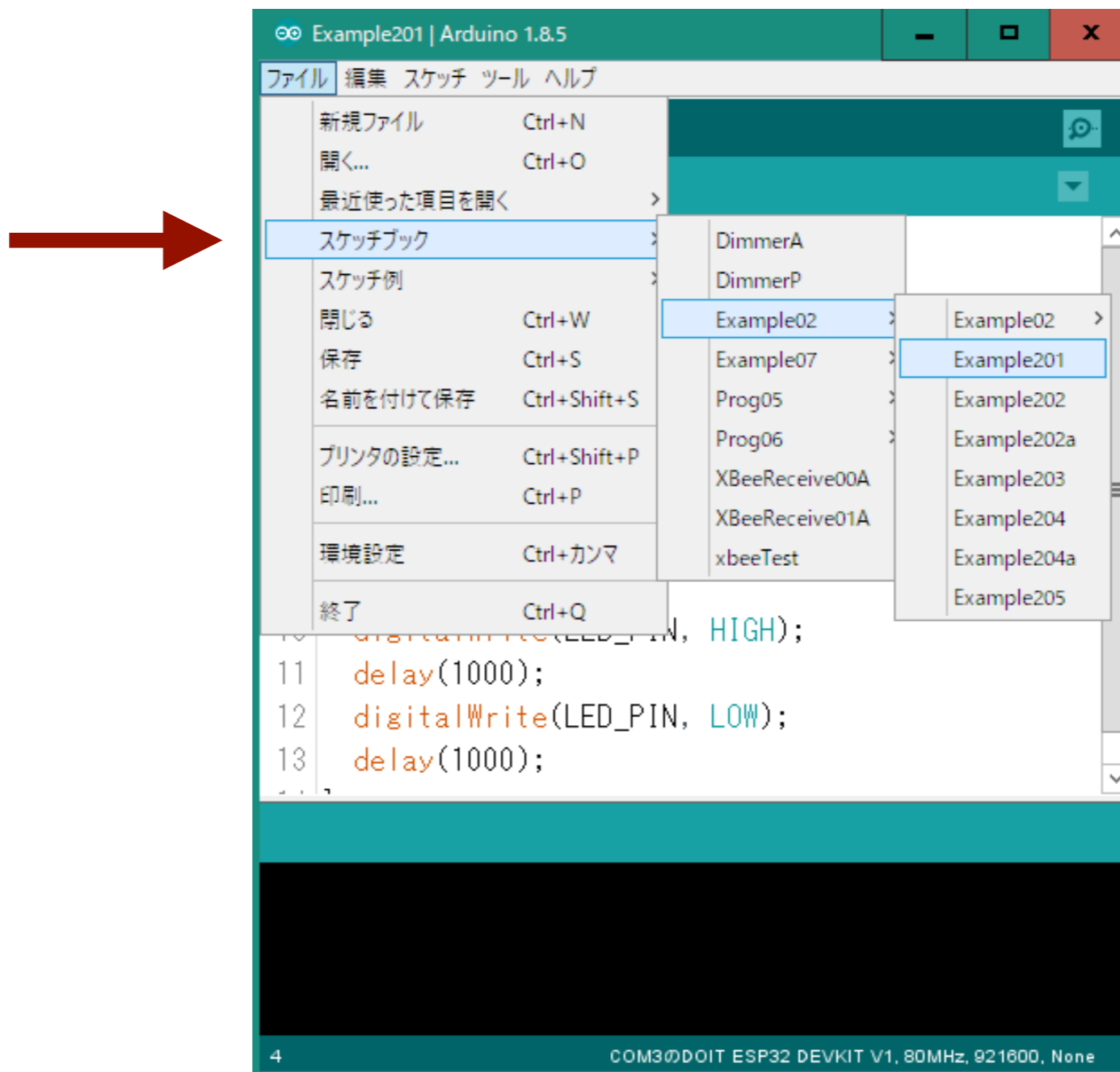
/ドキュメント/Arduino/

## 今日使うスケッチ



# スケッチはここにある！

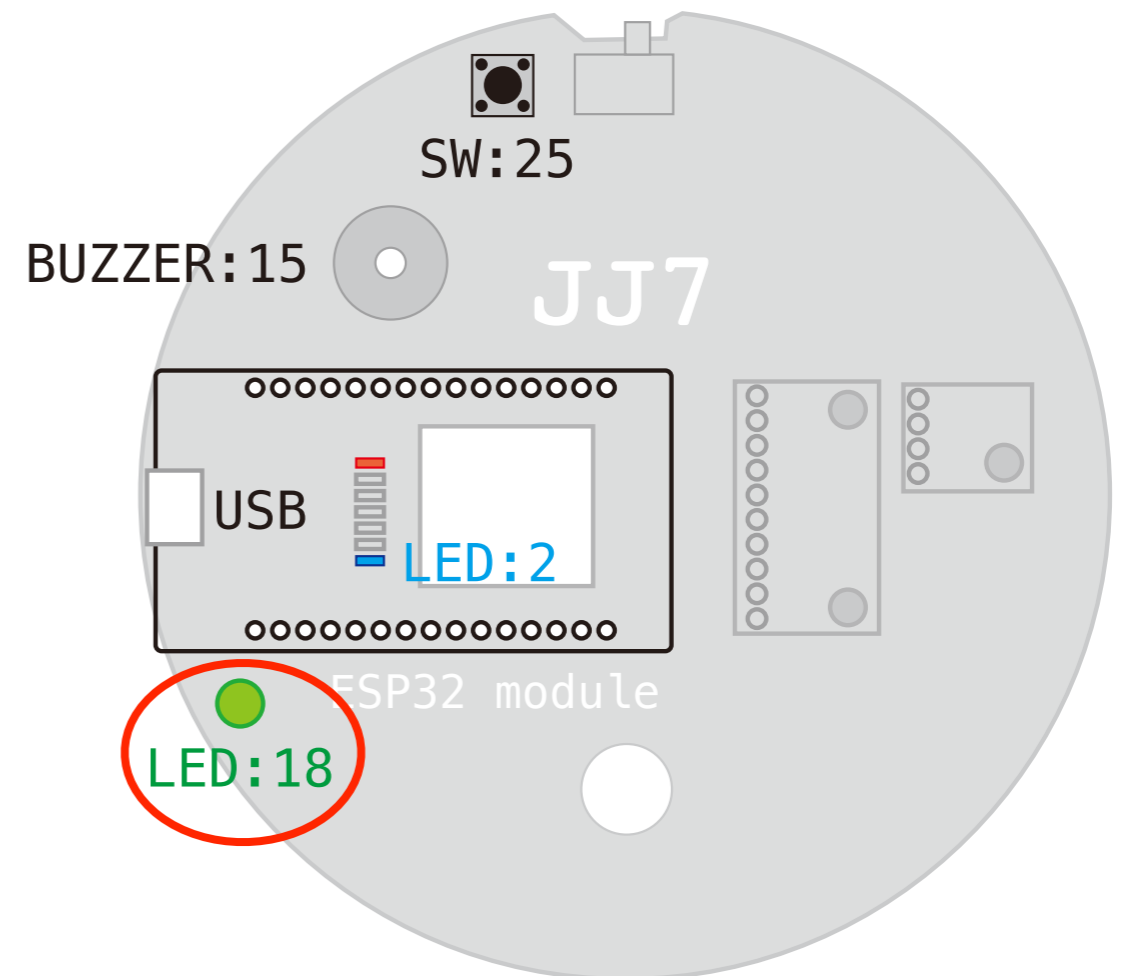
ファイル/スケッチブック/Ex2019SS04/Ex301



# LEDを点滅させる

- ① USBケーブルでPCと JJ7 ボードをつなぐ
- ② Arduino IDE (ソフト) を起動する  
ツール：マイコン・ボード DOIT ESP32 DEVKIT V1  
シリアル・ポート COMxx

- ③ スケッチを書く：  
ファイル>スケッチブック  
>Ex2019SS03>Example301
- ④ 検証ボタンを押す
- ⑤ マイコンボードに書き込む



# プログラムを読んでみよう

---

注釈

```
// Ex301  
// Blink
```

```
const int ledPin = 18;
```

変数の宣言

```
void setup() {  
  pinMode(ledPin, OUTPUT);  
}
```

初期設定

```
void loop() {  
  digitalWrite(ledPin, HIGH);  
  delay(400);  
  digitalWrite(ledPin, LOW);  
  delay(600);  
}
```

繰り返し実行する本体

# Read と Write

```
digitalRead(25);
```

```
digitalWrite(18, HIGH);
```



## Read

## Write

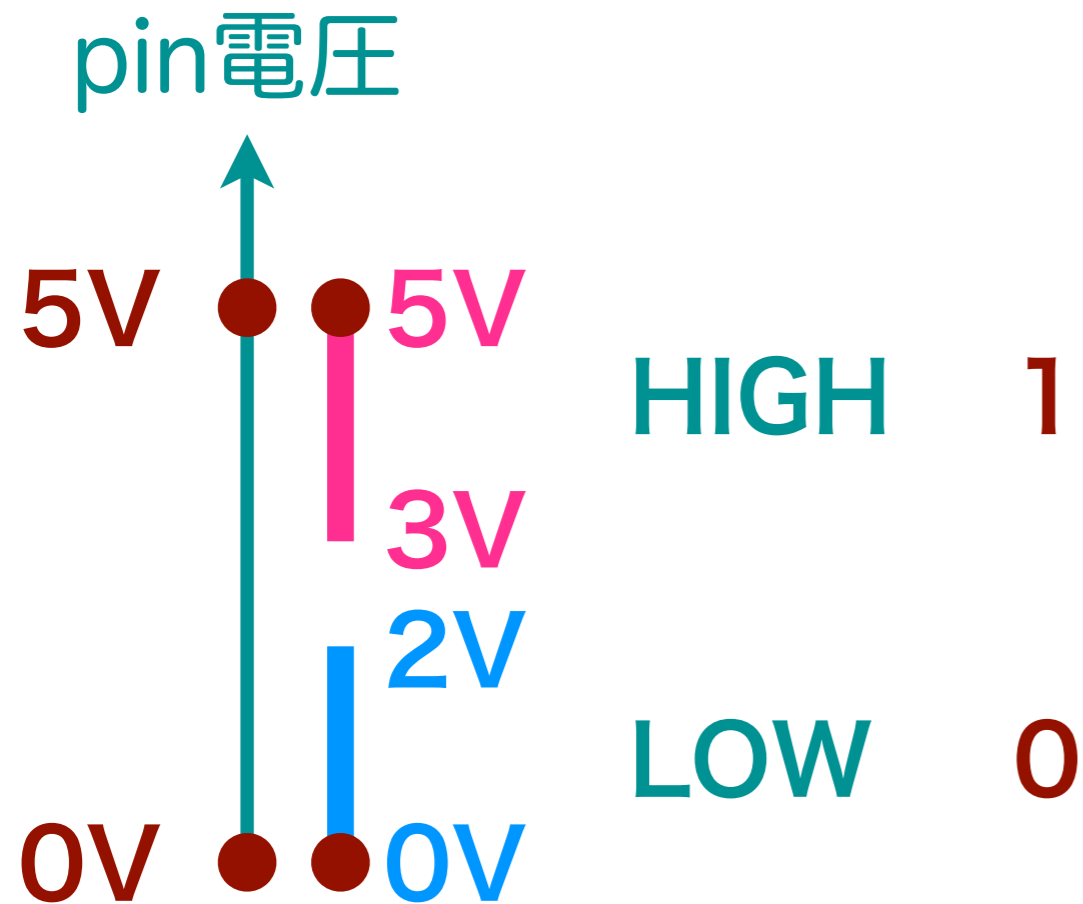
```
analogRead(36);
```

```
analogWrite(18, 255);
```

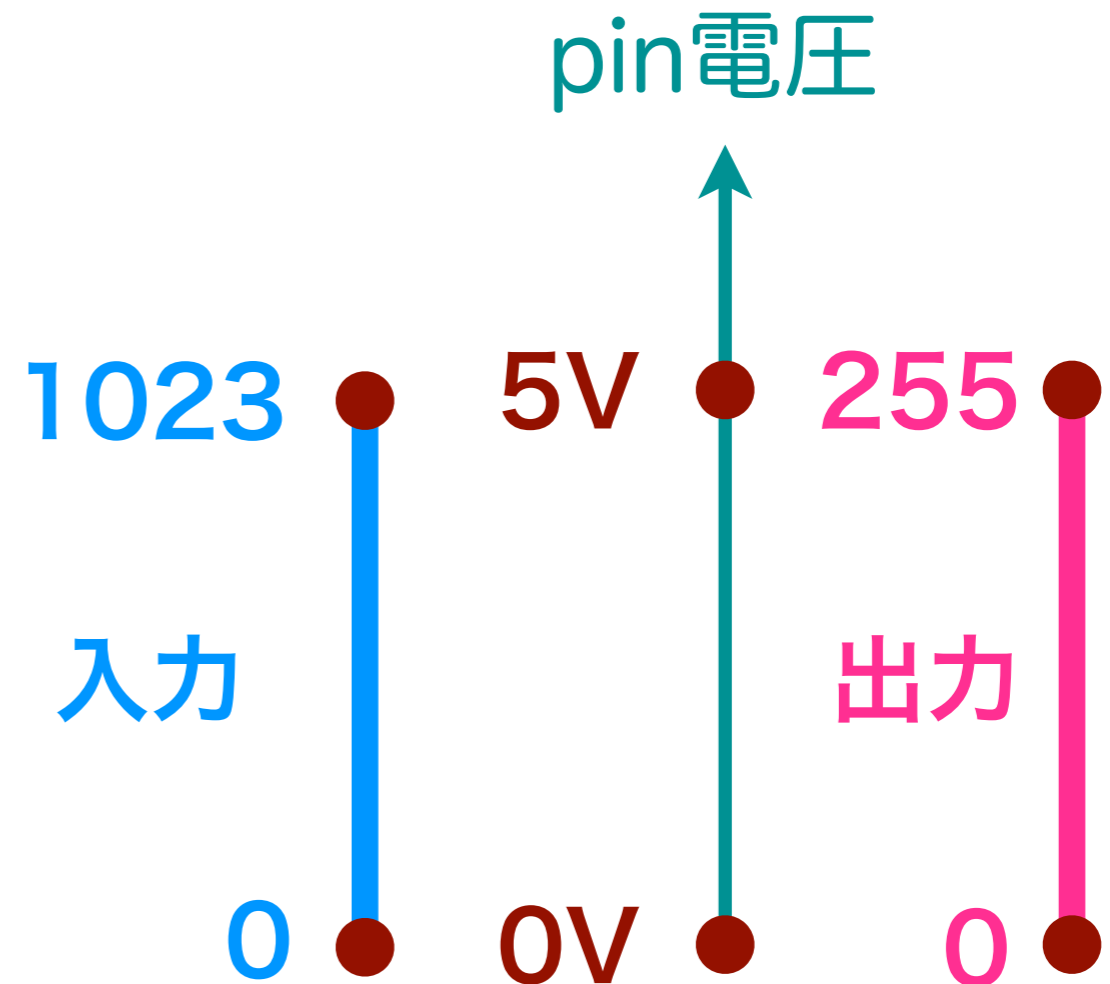


# Digital信号 と Analog信号

## デジタル信号



## アナログ信号

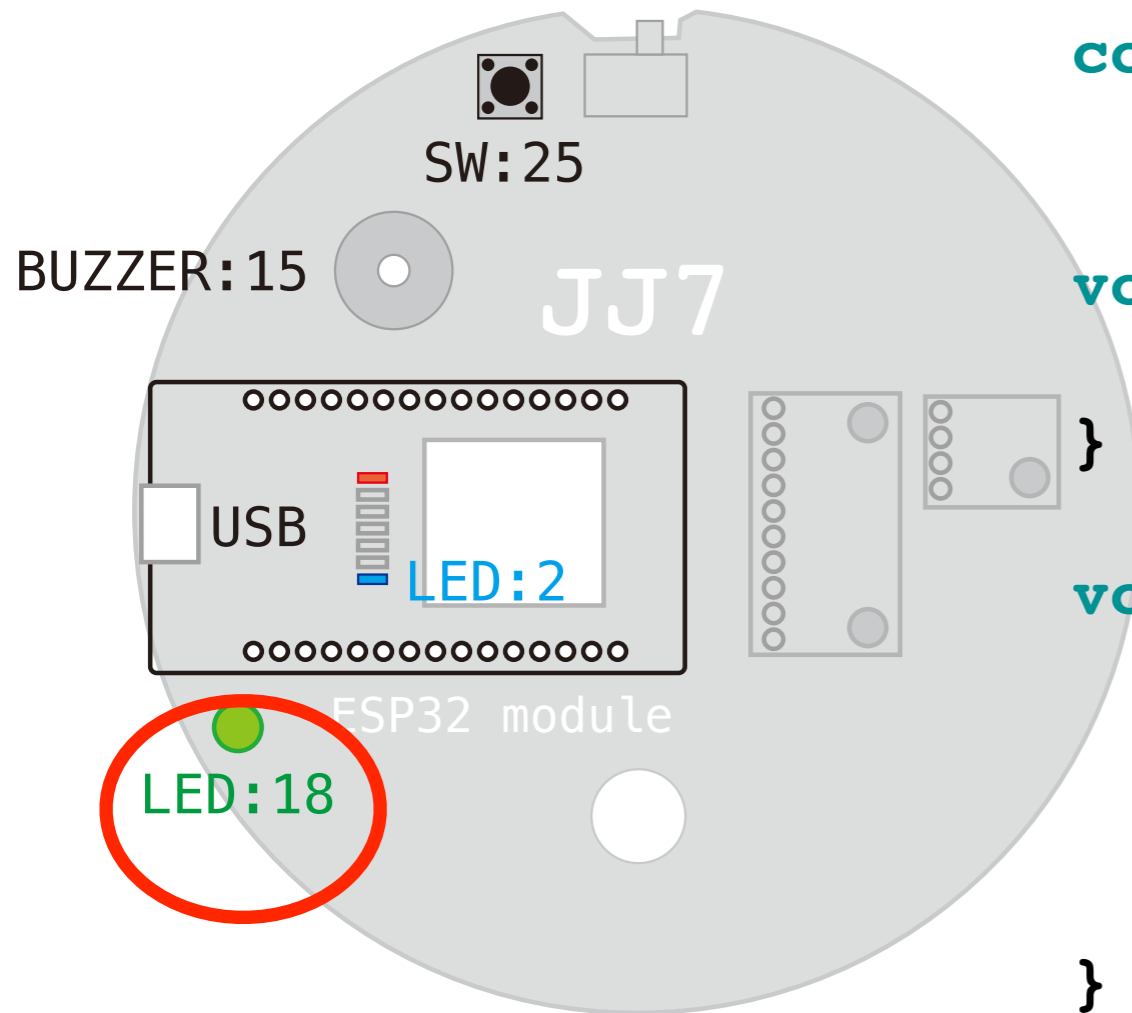




# Digital信号：ピンの電圧とその意味



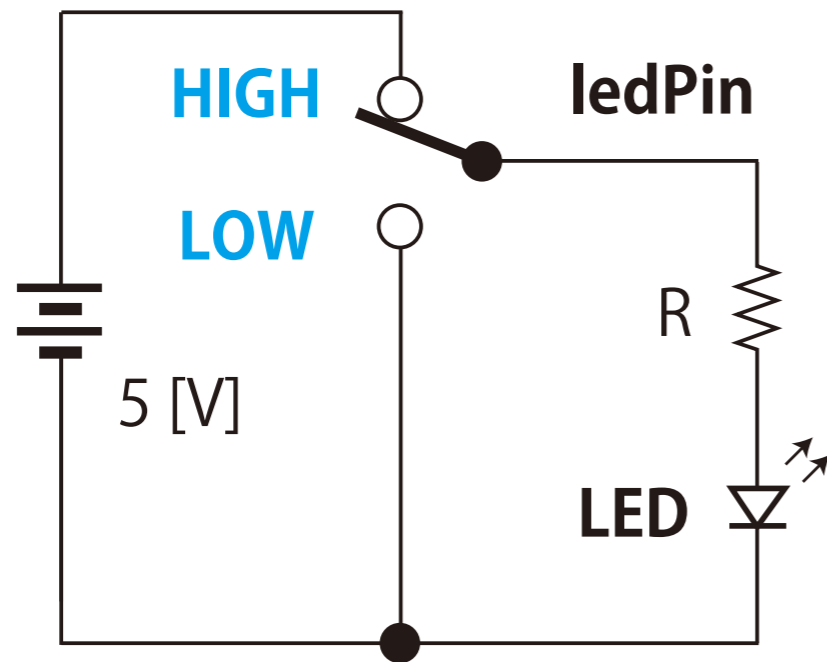
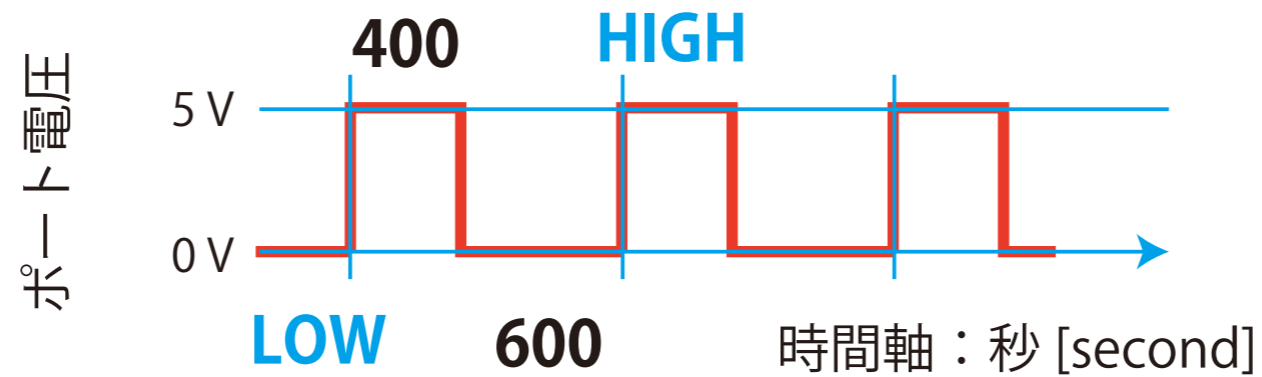
## 再び, プログラムを読んでみよう



```
const int ledPin = 18;
        //定数 ledPin に18を代入する

void setup() {
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
        //ledPinピンを出力にする
}

void loop() { //ledPinピンに5Vを出力する
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    delay(400); //400ms 何もせずに待つ
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    delay(600);
}
```



```
void loop(){  
  digitalWrite(ledPin, HIGH);  
  delay(400);  
  digitalWrite(ledPin, LOW);  
  delay(600);  
}
```

# スケッチ（プログラム）の基本構造

---

```
const int led;  
int i, j;  
float x, y;
```

定数, 変数の定義 (大域)

```
void setup() {  
  
  初期設定 (一度だけ実行)  
  
}
```

```
void loop() {  
  
  実行させる仕事 (繰り返し実行)  
  
}
```

## Ex 205 : 関数にまとめる

```
/* Ex205
*/
const int ledPin = 18;

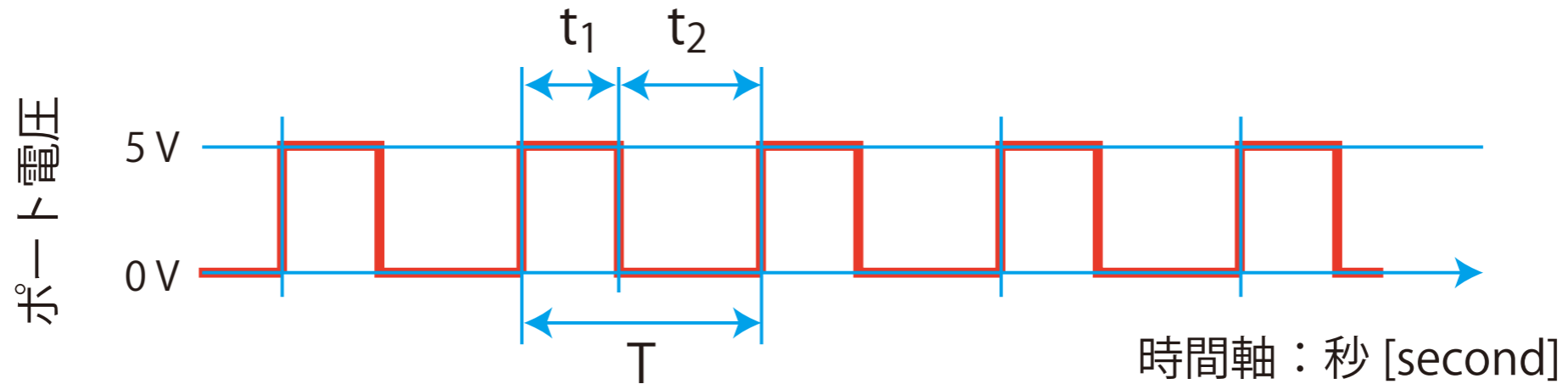
void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  led(ledPin, 400, 600);
}
```

```
void loop() {
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(400);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delay(600);
}
```

```
void led(int pin, int onTime, int offTime) {
  digitalWrite(pin, HIGH);
  delay(onTime);
  digitalWrite(pin, LOW);
  delay(offTime);
}
```

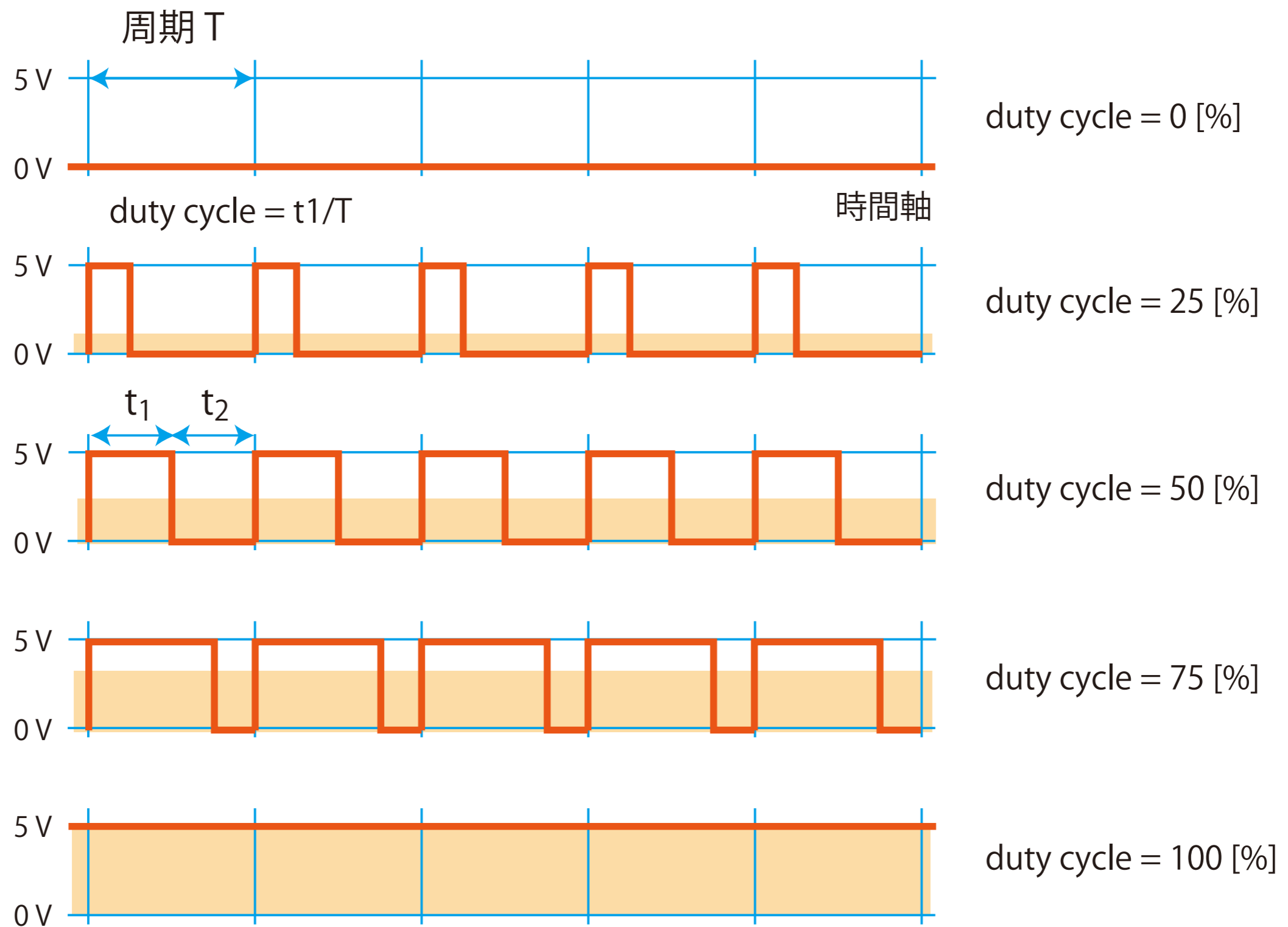
## PWM(Pulse Width Modulation) 波：パルス幅変調波



- (1)  $T$  周期 (period) =  $t_1 + t_2$  (onTime + offTime) [second]
  - (1b) 周期の代わりに周波数  $f \text{ req} = 1/T$  [Hz} を与えてもよい
- (2) dc (duty cycle) =  $t_1/T = t_1/(t_1 + t_2)$  [%]
- (3) duration ( 継続時間 ) =  $T * \text{iteration}$  ( 繰り返し回数 ) [second]

```
void led(int pin, int onTime, int offTime) {
  digitalWrite(pin, HIGH);
  delay(onTime);
  digitalWrite(pin, LOW);
  delay(offTime);
}
```

## パルス幅変調波の例



## Ex 302 : 演習

---

下3行にある数字1,2,3,4,5,6を適切な整数に直して実行しなさい

```
void loop() {  
    led(ledPin, 400, 600); //freq=1[Hz], dc=40[%]  
    // led(ledPin, 500, 500); //freq=1[Hz], dc=50[%]  
    // led(ledPin, 5, 5); //freq=1000/10=100[Hz], dc=50[%]  
    // led(ledPin, 1, 2); // (?) freq=50[Hz], dc=50[%]  
    // led(ledPin, 3, 4); // (?) freq=50[Hz], dc=25[%]  
    // led(ledPin, 5, 6); // (?) freq=50[Hz], dc=75[%]  
}
```

```
void led(int pin, int onTime, int offTime) {  
    digitalWrite(pin, HIGH);  
    delay(onTime);  
    digitalWrite(pin, LOW);  
    delay(offTime);  
}
```



## Ex 303 : 継続時間を付加しよう

---

```
void led(int pin, int onTime, int offTime, int dur) {  
    int iter;  
    iter=dur/(onTime+offTime);  
    for(int i=0; i<iter;i++){  
        digitalWrite(pin, HIGH);  
        delay(onTime);  
        digitalWrite(pin, LOW);  
        delay(offTime);  
    }  
}
```

繰り返し回数は、継続時間を周期で割れば求められる？

```
iter=dur/(onTime+offTime);
```

## Ex 303b : 再び関数にまとめる

```
void led(int pin, int onTime, int offTime, int dur) {
  int iter;
  iter=dur/(onTime+offTime);
  for(int i=0; i<iter; i++){
    digitalWrite(pin, HIGH);
    delay(onTime);
    digitalWrite(pin, LOW);
    delay(offTime);
  }
}
```

1 秒(second)

= 1,000ミリ秒(ms)

=1,000,000マイクロ秒(us)

```
void led(int pin, int onTime, int offTime, int dur) {
  int iter;
  iter=dur/(onTime+offTime);
  for(int i=0; i<iter; i++){
    digitalWrite(pin, HIGH);
    delayMicroseconds(onTime*1000);
    digitalWrite(pin, LOW);
    delayMicroseconds(offTime*1000);
  }
}
```

例 :

dur=200[ms],

onTime+offTime=30[ms]

iter=200/30=6.666...

## 周期は，周波数の逆数ですが…

周期	周波数 (サイクル)	公式
period [秒]	frequency [Hz]	period x frequency = 1
mperiod [milli 秒] mperiod = 1000 x period	frequency [Hz]	mperiod x frequency = 1000
period [秒]	kfrequency [kHz] kfrequency = frequency / 1000	period x kfrequency = 1/1000
mperiod [milli 秒] mperiod = 1000 x period,	kfrequency [kHz] kfrequency = frequency / 1000	mperiod x kfrequency = 1

# Ex 304

```
void myPWM(int pin, int freq, int dc, int dur){
    // freq(Hz), dc: duty cycle(0 - 100(%)), dur(milliSec)
    unsigned long period;
    int onTime, offTime, iter;
    period=1000000/freq;    // period:uSec(microSec)
    onTime=period*dc/100;  // uSec
    offTime=period-onTime; // uSec
    iter=dur*freq/1000;    // iter=dur*1000/period

    for(int i=0; i < iter; i++){// iter: Num of iteration
        digitalWrite(pin, HIGH);
        delayMicroseconds(onTime);// duration: on time
        digitalWrite(pin, LOW);
        delayMicroseconds(offTime);// duration: off time
    }
}

const int frequency = 50;

void myAnalogWrite(int dutyCycle, int dur){
    myPWM(ledPin, frequency, dutyCycle, dur);
}
```

## Ex 304

```
// Ex304:PWM example
//
const int ledPin = 18;

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void myPWM(int pin, int freq, int dc, int dur){
  前ページ参照
}

const int frequency = 50;

void myAnalogWrite(int dutyCycle, int dur){
  myPWM(ledPin, frequency, dutyCycle, dur);
}

void loop() {
  for (int dutyCycle = 0 ; dutyCycle <= 100; dutyCycle+=5) {
    myAnalogWrite(dutyCycle, 100);
  }
  for (int dutyCycle = 100 ; dutyCycle >= 0; dutyCycle-=5) {
    myAnalogWrite(dutyCycle, 100);
  }
}
```

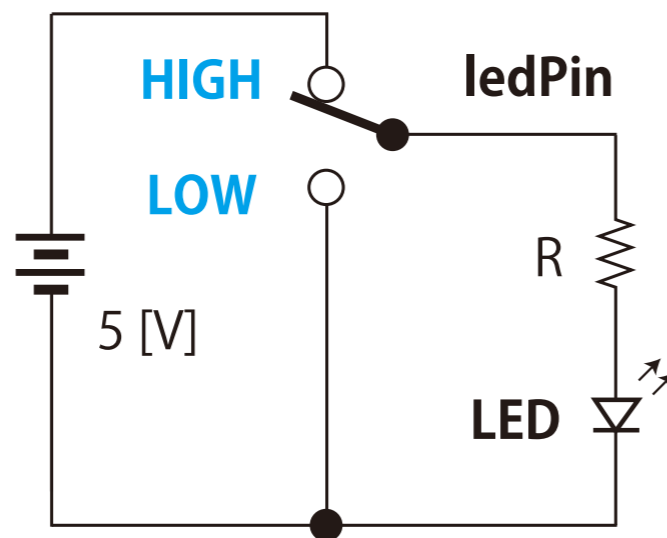
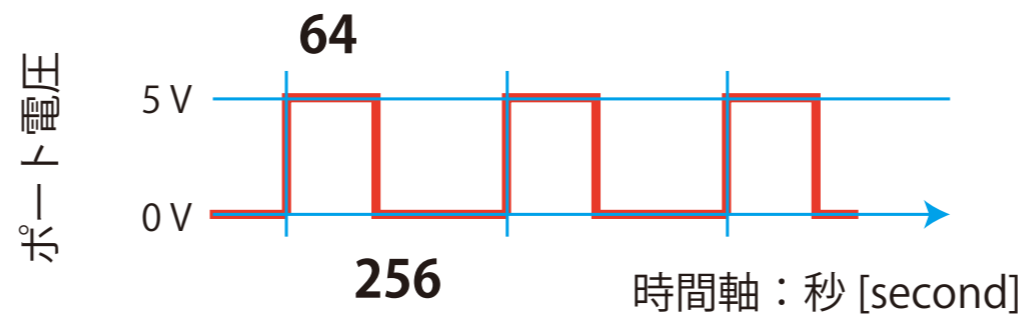
## Ex 305 : ESP32の関数 ledcWrite()

```
// Example ledcWrite
//
//   ledcのパラメータ設定
const int pin=18; // 18(green led), 2(blue led), 15(buzzer)
const int ledcChannel=0 ; // チャンネル : 0
const int ledcResolutionBits=10; // dutyCycleの目盛数:10bit (0~1023)
const int ledcFrequency=50; // 周波数 : 50Hz (= 20ms周期)
const int min = 0, max = 1023, delta = 8;

void setup(){
  ledcSetup(ledcChannel, ledcFrequency, ledcResolutionBits);
  ledcAttachPin(pin, ledcChannel);
}

void loop() {
  for (int i = min; i < max; i += delta) {
    ledcWrite(ledcChannel, i);
    delay(50);
  }
  for (int i = max; i > min; i -= delta) {
    ledcWrite(ledcChannel, i);
    delay(50);
  }
}
```

# 演習：下図を使ってanalogWrite()関数を説明してください



`analogWrite(pin, dutyCycle(0-255))`

```
void loop(){  
  analogWrite(pin, 64);  
}
```

## 圧電ブザーを鳴らしてみよう

---

圧電ブザーは PWM 信号しか受け付けません。

Ex306buzzer (Ex205と比較すること)

Ex307nhkClock(440[Hz]は「ラ」の音です)

を参考にして「ドレミファソラシド」を鳴らす  
スケッチを作ってください。

<http://web.is.tokushima-u.ac.jp/share/R01/sensor/03/>



## JJ7 ポート一覧：ESP マイコン

ポート番号	接続先	ESP32 libraries	Arduino libraries
25	スイッチ	digitalRead	digitalRead
*16, *17	モータ(方向)	digitalWrite	digitalWrite
→ 2, 18	LED(b, g)	digitalWrite ledcWrite	digitalWrite analogWrite
*32 - *39	フォトインターラプタ	analogRead	analogRead
→ 15	圧電ブザー	ledcWrite	analogWrite
*26, *4	モータ PWM(速さ)	ledcWrite	analogWrite

analogWrite = ledcWrite = myPWM

## 雑多な付録

## 基礎資料 1. 大きな数と小さな数の呼び名

1,000,000,000,000	テラ	$10^{12}$	1 T(tera)
100,000,000,000	ギガ	$10^{11}$	100 G
10,000,000,000		$10^{10}$	10 G
1,000,000,000		$10^9$	1 G(giga)
100,000,000	メガ	$10^8$	100 M
10,000,000		$10^7$	10 M
1,000,000		$10^6$	1 M(mega)
100,000		$10^5$	100 k
10,000	キロ	$10^4$	10 k
1,000		$10^3$	1 k(kilo)
100	無名	$10^2$	100
10		$10^1$	10
1		$10^0$	1
0.1		$10^{-1}$	100 m
0.01		$10^{-2}$	10 m
0.001	ミリ	$10^{-3}$	1 m(milli)
0.000,1		$10^{-4}$	100 u
0.000,01		$10^{-5}$	10 u
0.000,001	マイクロ	$10^{-6}$	1 u(micro)
0.000,000,1		$10^{-7}$	100 n
0.000,000,01		$10^{-8}$	10 n
0.000,000,001		$10^{-9}$	1 n(nano)
0.000,000,000,1	ナノ	$10^{-10}$	100 p
0.000,000,000,01		$10^{-11}$	10 p
0.000,000,000,001		$10^{-12}$	1 p(pico)
	ピコ		

### 呼び名 : SI 接頭語

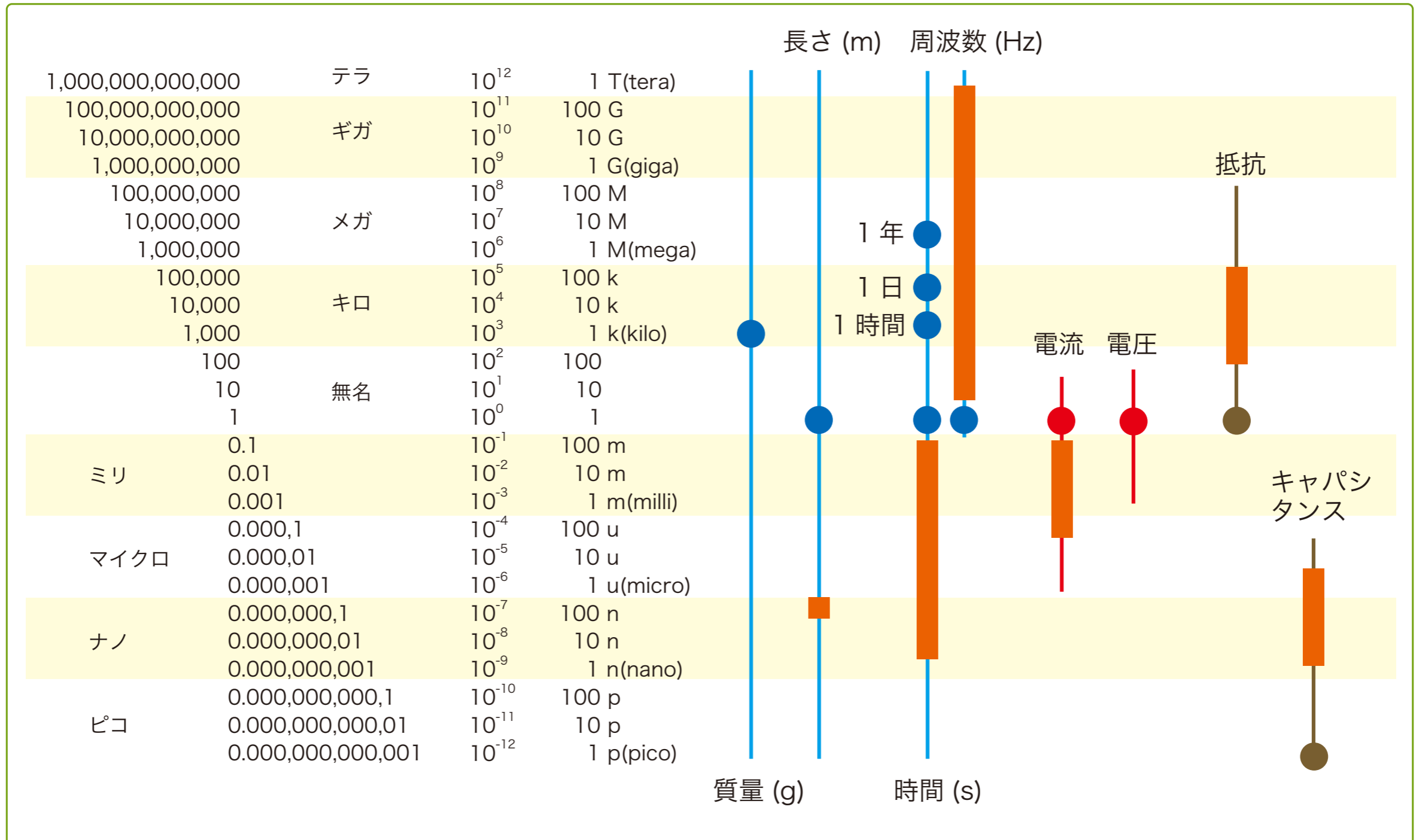
$10^{15}$ = peta = P	$10^{-15}$ = femto = f
$10^{12}$ = tera = T	$10^{-12}$ = pico = p
$10^9$ = giga = G	$10^{-9}$ = nano = n
$10^6$ = mega = M	$10^{-6}$ = micro = u
$10^3$ = kilo = k	$10^{-3}$ = milli = m

### 物理量や素子の単位

電流	A アンペア
電圧	V ボルト
電力	W ワット
抵抗	$\Omega$ オーム
キャパシタンス	F ファラッド
インダクタンス	H ヘンリー
時間	s 秒
周波数	Hz ヘルツ

$10^{-1}$  = デシ (deci)=d,  $10^1$  = デカ (deca)=da,  $10^{-2}$  = センチ (centi)=c,  $10^2$  = ヘクト (hecto)=h

## 基礎資料2. 大きな数と小さな数の呼び名 (2)



## 基礎資料3. ギリシャ文字と国際単位系

### ギリシャ文字

1	A	$\alpha$	alpha	アルファ
2	B	$\beta$	beta	ベータ
3	$\Gamma$	$\gamma$	gamma	ガンマ
4	$\Delta$	$\delta$	delta	デルタ 微量
5	E	$\epsilon$	epsilon	イプシロン 微量
6	Z	$\zeta$	zeta	ゼータ 減衰定数
7	H	$\eta$	eta	エータ
8	$\Theta$	$\theta$	theta	シータ 角度
9	I	$\iota$	iota	イオタ
10	K	$\kappa$	kappa	カッパ
11	$\Lambda$	$\lambda$	lambda	ラムダ 波長
12	M	$\mu$	mu	ミュー
13	N	$\nu$	nu	ニュー 周波数
14	$\Xi$	$\xi$	xi	グサイ
15	O	$\omicron$	omicron	オミクロン
16	$\Pi$	$\pi$	pi	パイ 円周率
17	P	$\rho$	rho	ロー 抵抗率
18	$\Sigma$	$\sigma$	sigma	シグマ 和, 導電率
19	T	$\tau$	tau	タウ 時間, 時定数
20	Y	$\upsilon$	upsilon	ユプシロン
21	$\Phi$	$\phi$	phi	ファイ 磁束
22	X	$\chi$	chi	カイ
23	$\Psi$	$\psi$	psi	プサイ
24	$\Omega$	$\omega$	omega	オメガ 角速度

### 国際単位系 (SI)

量	単位	単位記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
温度	ケルビン	K
光度	カンデラ	cd
周波数	ヘルツ	Hz
力	ニュートン	N
エネルギー	ジュール	J
電力	ワット	W
電圧	ボルト	V
電気量	クーロン	C
電気抵抗	オーム	$\Omega$
電気容量	ファラッド	F
磁束	ウエーバ	Wb
磁束密度	テスラ	T
インダクタンス	ヘンリー	H

MKSA 単位系：メートル, kg, 秒, アンペア単位系  
 cgs 単位系：cm, g, 秒単位系

## 基礎資料4. 数字の読み方

数	ラテン語	ギリシャ語	フランス語	例
1	uni	mono	un, une	unicode, university, monorail, monolithic <-> hybrid
2	bi	di	deux	bicycle, binary number (2進数), diode, dual, duet
3	ter	tri	trois	triple, triode
4	quadri	tetra	quatre	quad (4個組の), tetrapod
5	quinque	penta	cinq	quintet, pentagon
6	sexa	hexa	six	hexadecimal number (16進数)
7	septa	hepta	sept	september (9月)
8	octa	octo	huit	october (10月), octal number(8進数), octave
9	novem	ennea	neuf	november (11月)
10	decem	deka	dix	december (12月), decimal number (10進数)
11	undecem	endeka	onze	
12	duodecem	dodeka	douze	dodecahedron (12面体)

数を数える方法：2進法, 8進法, 10進法, 16進法

2進法：2個の記号（シンボル），たとえば0と1を使って数える方法

8進法：8個の記号（シンボル），たとえば0, 1, 2, 3, 4, 5, 6と7を使って数える方法

10進法：10個の記号（シンボル），たとえば0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8と9を使って数える方法

16進法：16個の記号（シンボル），たとえば0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, eとfを使って数える方法

## 基礎資料 5. 数の変換

10 進数	2 進数	8 進数	16 進数
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F